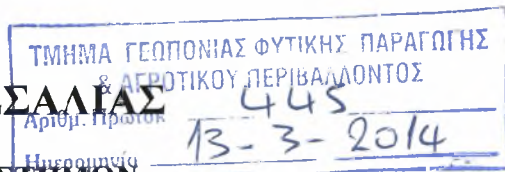




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**



**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΟΣΤΟΙΒΑΔΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΥΕΤΟΥΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΦΥΤΟΥ SWITCHGRASS ΣΕ ΔΥΟ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΜΕΛΕΓΚΟΥ ΜΙΧΑΕΛΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2014**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**  
**ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.:	12616/1
Ημερ. Εισ.:	15/05/2014
Δωρεά:	Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός:	ΠΤ-ΦΠΑΠ
	2014
	ΜΕΛ

## **ΕΙΣΗΓΗΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής, Επιβλέπων.

Χα Ιμπραχίμ-Αβραάμ, Καθηγητής, Μέλος.

Σφουγγάρης Αθανάσιος, Αναπ. Καθηγητής, Μέλος.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα μέσα από αυτές τις λιγοστές γραμμές να εκφράσω ευχαριστίες πρωτίστως στον καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο για την ευκαιρία που μου έδωσε αναλαμβάνοντας την επίβλεψη της διατριβής και της πολύτιμης βοήθειάς του για την ολοκλήρωσή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Χα Ιμπραχίμ-Αβραάμ και τον καθηγητή κ. Σφουγγάρη Αθανάσιο για το χρόνο που διέθεσαν για την διόρθωση και για τις παρατηρήσεις της πτυχιακής μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Γιαννούλη Κυριάκο για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια του πειράματος και κατά την συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, που αποτελεί μέρος της διδακτορικής του διατριβής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην Αγάθη, τον Ανδρέα και τη Βιβή που με βοήθησαν να ξεπεράσω κάθε δυσκολία και κάθε εμπόδιο για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την συνεχή συμπαράσταση, την αγάπη και την κατανόηση που έδειξαν όλο αυτόν τον καιρό ώστε να μπορέσω να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Switchgrass (*Panicum Virgatum* L.) είναι ένα πολυετές αγρωστώδες φυτό, θερμής περιόδου και καλλιεργείται ως επί το πλείστο στις Η.Π.Α. Βασικό χαρακτηριστικό του switchgrass είναι η μεγάλη αποδοτικότητα του σε βιομάζα, η οποία είναι πλούσια σε κυτταρίνη με αποτέλεσμα να θεωρείται πολύ σημαντική καλλιέργεια για την παραγωγή βιοαιθανόλης και γενικά για την παραγωγή ενέργειας. Αναπτύσσει πλούσιο- βαθύ ριζικό σύστημα και πυκνό φύλλωμα. Έχει διερευνηθεί ότι εισέρχεται στη μέγιστη δυνατή απόδοση από τον τρίτο χρόνο καλλιέργειας και συνεχίζει να παράγει βιομάζα για περισσότερο από δέκα χρόνια.

Στο πείραμα που διεξήχθη, εξετάστηκαν τα χαρακτηριστικά της φυλλοστοιβάδας του switchgrass σε δύο περιοχές της Θεσσαλίας (Παλαμάς Καρδίτσας, Βελεστίνο Μαγνησίας) κάτω από δύο διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και τέσσερα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης.

Στις δύο περιοχές σημειώθηκαν υψηλές θερμοκρασίες και ελάχιστες βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το χλωρό βάρος των φύλλων επηρεάστηκε από τη λίπανση στον Παλαμά, ενώ στο Βελεστίνο από την άρδευση, με τιμές που έφτασαν τους 1,4 τόνους/στρέμμα και 1 τόνο/στρέμμα για κάθε περιοχή, αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά, η ξηρή βιομάζα των φύλλων ήταν ίση με 0,56 και 0,41 τόνοι/στρέμμα στον Παλαμά και στο Βελεστίνο, αντίστοιχα. Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) σημείωσε μέγιστη τιμή 14 m<sup>2</sup>/kg στον Παλαμά και 16,6 m<sup>2</sup>/kg στο Βελεστίνο με σημαντικές διαφορές να παρατηρούνται και πάλι για τον παράγοντα της άρδευσης. Τέλος, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) σημείωσε μέγιστη τιμή περί τα 6,34 (m<sup>2</sup> φύλλων/ m<sup>2</sup> επιφάνειας) στην περιοχή του Παλαμά, ενώ στο Βελεστίνο παρέμεινε σε χαμηλότερα επίπεδα (5,62 m<sup>2</sup> φύλλων/ m<sup>2</sup> επιφάνειας).

Φαίνεται λοιπόν ότι, το switchgrass τείνει να αναπτυχθεί καλύτερα στη Δυτική Θεσσαλία (Παλαμάς), όπου επικρατούν υψηλότερες βροχοπτώσεις. Η ένταξη της καλλιέργειας του switchgrass κρίνεται ότι μπορεί να προταθεί για το θεσσαλικό κάμπο, σημειώνοντας καλύτερα αποτελέσματα (μεγαλύτερη ανάπτυξη φυλλοστοιβάδας) σε περιοχές υψηλών βροχοπτώσεων ή υψηλής εδαφικής υγρασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	6
1.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	6
1.1.1 ΒΙΟΜΑΖΑ .....	7
1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ .....	8
1.3 ΤΟ SWITCHGRASS.....	10
1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ .....	11
1.5 ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ-ΟΙΚΟΤΥΠΟΙ .....	11
1.6 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ .....	12
1.7 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	12
1.7.1 ΡΙΖΑ.....	12
1.7.2 ΣΤΕΛΕΧΟΣ .....	13
1.7.3 ΦΥΛΛΑ .....	14
1.7.4 ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ .....	14
1.7.5 ΚΑΡΠΟΣ.....	16
1.8 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ .....	16
1.8.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	16
1.8.2 ΕΔΑΦΟΣ.....	17
1.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	17
1.9.1 ΣΠΟΡΑ .....	17
1.9.2 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	17
1.9.3 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	18
1.9.4 ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΙΑ .....	18
1.10 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ .....	19
1.11 ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ .....	20
1.12 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ SWITCHGRASS.....	21

1.13 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ .....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	23
2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ .....	23
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΓΡΟΥ .....	25
2.2.1 ΣΠΟΡΑ .....	25
2.2.2 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	25
2.2.3 ΑΡΔΕΥΣΗ.....	25
2.2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ .....	25
2.2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΧΘΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ .....	25
2.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	26
2.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	27
2.4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΛΛΩΝ .....	27
2.5 ΣΥΛΛΟΓΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	29
2.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	29
2.6.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ SLA (Specific Leaf Area).....	29
2.6.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LAI (Leaf Area Index) .....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	31
3.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....	31
3.2 ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ.....	35
3.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ .....	41
3.4 ΕΙΔΙΚΗ ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ .....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	58



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 1.1 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι γνωστές οι συνέπειες που προκύπτουν, από τις συνεχείς και ραγδαίες αλλαγές του κλίματος, την αυξανόμενη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα καθώς και τις ανοδικές τιμές ενέργειας. Για το λόγο αυτό, δημιουργείται η ανάγκη για χάραξη νέων δράσεων και πολιτικών, με στόχο την προστασία υποβάθμισης του περιβάλλοντος.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή, υδροηλεκτρική, βιομάζα και γεωθερμική ενέργεια) με τις μειωμένες εκπομπές ρύπων είναι μία από αυτές τις δράσεις. Τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που ξεχωρίζουν είναι τα εξής :

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας, αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και έχει μεγάλο χρόνο ζωής, και
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

Ωστόσο, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εμφανίζουν και κάποια μειονεκτήματα:

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές μορφές ενέργειας.



- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Τα υδροηλεκτρικά έργα υποστηρίζεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό.

### 1.1.1 BIOMAZA

Με τον όρο **βιομάζα**, ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λ.π.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας.

Με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτήν την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Η ενέργεια της βιομάζας, είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης, όπου οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι το νερό και ο άνθρακας. Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη και μπορεί να παραχθεί σε ετήσια βάση.

Τα πλεονεκτήματα της βιομάζας, παρουσιάζονται παρακάτω :

- Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας.
- Κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα
- Η καύση της βιομάζας έχει αρνητικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που δεσμεύονται από τη βιομάζα, είναι κατά τι μικρότερες από εκείνες που απελευθερώνονται κατά την καύση της, μιας και χρησιμοποιείται μόνο η υπέργεια βιομάζα.

- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα (έναντι των άλλων καυσίμων) συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με την χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφ κ.α.) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.α.) και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στην κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής.

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα της βιομάζας, αυτά εντοπίζονται στα εξής σημεία:

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

## 1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Ως ενεργειακές καλλιέργειες, χαρακτηρίζονται οι καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς, όπως την παραγωγή θερμότητας, παραγωγή υγρών ή στερεών βιοκαυσίμων, με απώτερο στόχο την παραγωγή ενέργειας.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες διαχωρίζονται για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων:

## 1) Ενεργειακές καλλιέργειες παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων

Οι ενεργειακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντίζελ είναι ο ηλίανθος και η ελαιοκράμβη και για την παραγωγή βιοαιθανόλης το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα τεύτλα, το γλυκό σόργο και το switchgrass.

## 2) Ενεργειακές καλλιέργειες παραγωγής στερεών βιοκαυσίμων

Ο ευκάλυπτος, η ψευδακακία, το καλάμι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα, το switchgrass, το κυτταρινούχο σόργο και το κενάφ είναι ενεργειακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων.

Επιπλέον οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται σε ετήσιες και πολυετείς:

### A. Πολυετής ενεργειακές καλλιέργειες:

1. Δασικές: Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globulus* Labill. & *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), Ψευδοακακία (*Robinia pseudoacacia*)

2. Γεωργικές: Καλάμι (*Arundo donax* L.), Μίσχανθος (*Misconstrues x giganteus* GREEF et DEU), Αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.), Switchgrass (*Panicum virgatum* L.),

B. Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες: Γλυκό και κυτταρινούχο σόργο (*Sorghum bicolor* L.), Κενάφ (*Hibiscus cannabimus* L.), Ελαιοκράμβη (*Brassica napus*, *Brassica Carinata*), Σιτάρι (*Triticum aestivum* L.), Ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris* L.), Κριθάρι (*Hordeum sativum/Vulgare* L.), Αραβόσιτος (*Zea mays* L.), Ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.).

Οι ενεργειακές καλλιέργειες, που αποτελούν και την κύρια πηγή βιομάζας, εμφανίστηκαν πρόσφατα στην Ελλάδα. Τη δεκαετία του '90 πραγματοποιήθηκαν πειράματα σχετικά με την προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητα των φυτών, ενώ αξιολογήθηκαν διάφορες ποικιλίες. Από το 2000 και έπειτα γίνονται πειράματα και μελέτες σχετικά με τις εισροές, τις χρήσεις προϊόντων κ.α. Με την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών, επιτυγχάνονται τα εξής (ΚΑΠΕ, 2005) :

- Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων για τους γεωργούς.
- Δημιουργία ανάγκης νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού που θα υποστηρίζουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων φυτών.
- Εξασφάλιση ικανοποιητικού αγροτικού εισοδήματος σε σύγκριση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες.

- Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση και δυνατότητα εκμετάλλευσης εδαφών χαμηλής γονιμότητας.
- Συμβάλλουν στην αποδοτικότερη διαχείριση του νερού και ταυτόχρονα στη μείωση εισροών σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα.
- Βάσει πρόσφατων μελετών, δύναται να χρησιμοποιηθούν για την φυτοεξυγίανση των μολυσμένων από βαρέα μέταλλα εδαφών.

### 1.3 TO SWITCHGRASS

Το Switchgrass (*Panicum Virgatum* L.) είναι ένα πολυετές αγρωστώδες φυτό, ανήκει στην οικογένεια *Poacea* και καλλιεργείται κυρίως στην Κεντρική και Βόρεια Αμερική. Θεωρείται πολύ σημαντική καλλιέργεια όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας διότι παράγει μεγάλες ποσότητες βιομάζας. Ως ενεργειακό φυτό ξεκίνησε να μελετάται από τις αρχές της δεκαετίας του '90 μέχρι και σήμερα για παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων και βιοαιθανόλης μέσω της καύσης της παραγόμενης βιομάζας στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Στην Ευρώπη ξεκίνησαν αντίστοιχες μελέτες το 1998 στο πλαίσιο ενός ευρωπαϊκού δικτύου (FAIR 5CT97 3701), με την εγκατάσταση πειραματικών αγρών switchgrass σε πέντε ευρωπαϊκές χώρες, συγκεκριμένα δύο στα Νότια (Ελλάδα, Ιταλία) και τρεις βόρεια (Γερμανία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο) (Lewandowski *et al.*, 2003). Το switchgrass είναι αρκετά ανθεκτικό φυτό και όταν καλλιεργείται κάτω από ευνοϊκές συνθήκες, το ύψος του μπορεί να ξεπεράσει τα δύο μέτρα και να αναπτύξει πλούσιο ριζικό σύστημα και πυκνό φύλλωμα. Τα περισσότερα στάδια της ανάπτυξής του τα συναντάμε από τα τέλη της άνοιξης μέχρι και τις αρχές του φθινοπώρου. Μετά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, το φυτό μπορεί να επιβιώσει για δέκα ή και περισσότερα χρόνια.

Όπως αναφέρθηκε, το switchgrass αποτελεί σημαντική πολυετή ενεργειακή καλλιέργεια, αφού δίνει τη δυνατότητα αξιόπιστης παροχής ενέργειας με χαμηλά κόστη παραγωγής, υπό χαμηλές εισροές θρεπτικών συστατικών, υψηλής θερμογόνου δύναμης και χαμηλής περιεκτικότητας σε τέφρα. Επιπλέον έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται σε διάφορα είδη εδάφους και να δεσμεύει τον άνθρακα στο έδαφος.

## 1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η επιστημονική κατάταξη του ενεργειακού φυτού switchgrass.

**Πίνακας 1.1.** Επιστημονική κατάταξη

<b>SWITCHGRASS</b>
Βασίλειο: Plantae
Τμήμα: Magnoliophyta
Κατηγορία: Liliopsida
Τάξη: Poales
Οικογένεια: Poaceae
Γένος: <i>Panicum</i>
Είδη: <i>virgatum</i>
<i>Panicum virgatum</i> L.

## 1.5 ΓΕΝΟΤΥΠΟΙ-ΟΙΚΟΤΥΠΟΙ

Το switchgrass διαχωρίζεται σε δύο γενότυπους-οικότυπους: ο πεδινών (lowland) και ο ορεινών περιοχών (upland). Ο πρώτος είναι τετραπλοειδής και συναντάται σε υγρά και νότια γεωγραφικά πλάτη ενώ ο δεύτερος είναι εξαπλοειδής ή οχταπλοειδής και απαντάται σε ξηρά και πιο υψηλά γεωγραφικά πλάτη (Porter, 1996). Οι ορεινών περιοχών ποικιλίες παράγουν μικρότερες αποδόσεις απ’ ότι οι πεδινών που βρίσκονται σε χαμηλότερο γεωγραφικό πλάτος. Η απόδοση της βιομάζας σε γεωγραφικές περιοχές εξαρτάται από την ποικιλία και τον οικότυπο όπου καλλιεργείται, από την διαχείριση των καλλιεργειών, από τον τύπο του εδάφους και από το κλίμα (Parrish & Fike, 2005).



## 1.6 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Οι πιο σημαντικές καλλιεργούμενες ποικιλίες του switchgrass, που είναι διαθέσιμες σήμερα είναι: Kanlow, Alamo, Performer, BoMaster, Blackwell, Nebraska 28, Caddo, Summer, Pathfinder, Cave-in-Rock, Sunburst, Trailblazer, Shelter, Forestburg, Dacotah, Shawnee, Carthage, Rotstrahlbusch (Rinehart, 2006, Elbersen *et al.*, 2001).

## 1.7 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

### 1.7.1 ΡΙΖΑ

Το switchgrass διαθέτει πλούσιο ριζικό σύστημα που μπορεί να ξεπεράσει τα 3 μέτρα βάθος (Βλ. Εικ. 1.1). Η ρίζα του διακρίνεται σε πρωτογενή εμβρυακή ρίζα, στις δευτερογενείς που εμφανίζονται από το μεσοκοτύλιο και στις μόνιμες που εμφανίζονται από το λαιμό (Silver & Tanya, 2000). Κάθε χρόνο παράγει νέα ριζίδια, τα οποία εμπλουτίζουν το έδαφος με οργανική ουσία μόλις νεκρώνονται. Αξίζει να σημειωθεί ότι η βιομάζα που παράγεται κάτω από το έδαφος στην πλήρη ανάπτυξης της καλλιέργειας είναι ίση ή ακόμα μεγαλύτερη από την υπέργεια.



**Εικόνα 1.1.** Υπόγειο και υπέργειο τμήμα της ρίζας (αριστερά) και ριζικό σύστημα του switchgrass (δεξιά) [1].

### 1.7.2 ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Το switchgrass σχηματίζει στελέχη που το ύψος τους φτάνει τα 3 μέτρα και το χρώμα τους είναι ανοιχτό έως σκούρο πράσινο. Από τα πρώτα στάδια της ανάπτυξής τους εμφανίζουν συμπαγείς κόμβους και μεσογονάτια, και οι διαδοχικοί κολεοί των φύλλων σχηματίζουν έναν ψευδοβλαστό. Από τους οφθαλμούς που βρίσκονται στους κόμβους του στελέχους, αναπτύσσονται νέα στελέχη που ονομάζονται αδελφία και είναι παρόμοια με το αρχικό.

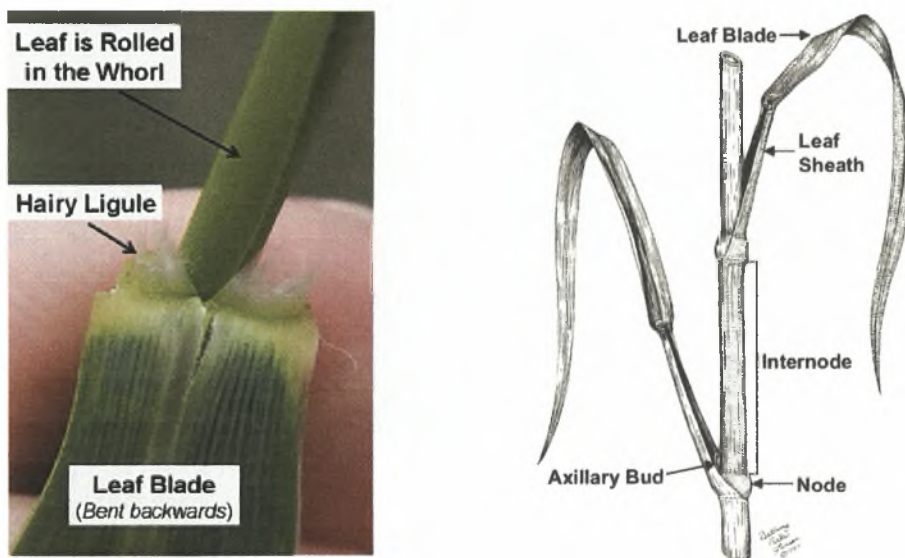
Πειράματα που έγιναν στην Ιταλία με σκοπό τον έλεγχο του ύψους στελεχών switchgrass με καθυστερημένη σπορά είχαν αποτέλεσμα να μην έχουν την ευκαιρία όλες οι ποικιλίες να αναπτύξουν υψηλότερα στελέχη κατά το πρώτο έτος σε σχέση με το επόμενο. Πιο συγκεκριμένα στη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο το ύψος των φυτών αυξήθηκε κατά μέση τιμή 64,4%, και συνέχισε να αυξάνεται κατά 15,15% στην διάρκεια του τρίτου έτος. Ο μέσος αριθμός των φυτών είχαν μέγιστο ύψος 173 εκατοστά στην τρίτη καλλιεργητική περίοδο, ενώ η τάση αυτή άλλαξε στην τέταρτη καλλιεργητική περίοδο, όπου καταγράφηκε μια μείωση έως και 153 εκατοστά. Στο τέλος της τρίτης καλλιεργητικής περιόδου, το ύψος των φυτών κυμαινόταν από 140 έως 210 εκατοστά, αλλά στο τέταρτο έτος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι το εύρος μεταξύ των ποικιλιών που συμμετείχαν στο πείραμα ήταν αρκετά μεγάλο. Η συνολική καταγραφή για τα τέσσερα χρόνια, δείχνει ότι το ύψος τείνει να σταθεροποιείται μετά από τα τρία χρόνια της καλλιέργειας (Sharma *et al.*, 2003).

Στο ίδιο πείραμα μετρήθηκε και ο αριθμός των αδελφιών ανά τετραγωνικό μέτρο. Παρατηρήθηκε αύξηση τους από την εγκατάσταση έως και τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο και συνέχισε η αύξησή τους μέχρι το τέλος της τρίτης καλλιεργητικής χρονιάς. Πιο αναλυτικά, ο αριθμός των αδελφιών ανά τετραγωνικό μέτρο κυμαίνεται από 1034 έως 2868 στην τρίτη χρονιά ενώ σημειώθηκε συνολική μείωση στον αριθμό των αδελφιών σχεδόν σε όλες τις ποικιλίες στην τέταρτη καλλιεργητική περίοδο, με τα αντίστοιχα στοιχεία που κυμαίνονται από 581 μέχρι 1295. Όσον αφορά τον αριθμό αδελφιών ανά φυτό, το 2000 κυμαινόταν από 18,1 έως 59, ενώ το 2001 ο αριθμός τους μειώθηκε σε σχέση με τα προηγούμενα έτη, που κυμαίνονταν από 11,8 έως 25,5 (Sharma *et al.*, 2003).



### 1.7.3 ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα είναι λογχοειδή, πράσινου χρώματος με πλάτος που φτάνει τα 15 χιλιοστά και μήκος περίπου τα 50 εκατοστά. Ο κολεός του φύλλου έχει το ίδιο χρώμα με το έλασμα και ανοίγει στον κόμβο. Στο σημείο που ενώνονται ο κολεός και το έλασμα υπάρχει μια μεμβρανώδης εκβλάστηση που ονομάζεται γλωσσίδιο με μήκος 1,5- 3 χιλιοστά, με εμφανή παρουσία τριχιδίων. Στη βάση του γλωσσιδίου υπάρχουν από τη μία και από την άλλη πλευρά μεμβρανώδης προεκτάσεις, τα λεγόμενα ωτίδια (Secter & Bob, 2006; Βλ. Εικ. 1.2).



Εικόνα 1.2. Μορφολογία των φύλλων του switchgrass [2].

### 1.7.4 ΤΑΞΙΑΝΘΙΑ

Η ταξιανθία είναι φόβη μήκους 20 έως 50 εκατοστά και αποτελείται από σταχύδια. Έχει πολλές διακλαδώσεις που εκφύονται από ξεχωριστό κόμβο της ράχης και το μήκος μειώνεται προς την κορυφή. Η κάθε διακλάδωση φέρει διακλαδώσεις οι οποίες καταλήγουν σε ένα μικρό σταχύδιο μήκους 4-5 χιλιοστά (Βλ. Εικ. 1.3).

- **Σταχύδιο:** αρχικά το χρώμα των σταχυδίων είναι κοκκινωπό το οποίο στη συνέχεια αλλάζει σε μωβ. Κάθε ένα από αυτά περιβάλλεται από τα λέπυρα και αποτελείται από ένα ή και περισσότερα άνθη που λαμβάνουν θέση εναλλάξ ενός μικρού άξονα, το ραχίδιο. Τα λέπυρα έχουν σχήμα επιμήκες και καταλήγουν σε μια αιχμή που λέγεται ακίδα (Secter & Bob, 2006).

- *Άνθος*: Κάθε άνθος περιβάλλεται από δύο λεπυρίδια που ονομάζονται χιτώνας και λεπίδα και αποτελούνται από τρεις στήμονες, μονόχωρη ωοθήκη, βραχύ στύλο και δισχιδές στίγμα. Ο χιτώνας και η λεπίδα παρέχουν μια προστατευτική κάλυψη για το αναπτυσσόμενο άνθος καθώς και για το σπόρο, μετά την ωρίμανση. Σε πολλά είδη και ποικιλίες ο χιτώνας προεκτείνεται στο άκρο του και σχηματίζει μια αιχμηρή προεξοχή που ονομάζεται άγανο. Η περίοδος ανθοφορίας εμφανίζεται κατά τα μέσα τον καλοκαιριού και η επικονίαση γίνεται με τον άνεμο (Secter & Bob, 2006).



**Εικόνα 1.3.** Σταχύδια του switchgrass (πάνω) και ταξιανθία του switchgrass (κάτω αριστερά) [3].

### 1.7.5 ΚΑΡΠΟΣ

Ο καρπός του switchgrass έχει πολύ μικρό μέγεθος με μήκος 2-3 χιλιοστά. Ο βοτανικός του χαρακτηρισμός είναι καρύωση. Έχει σχήμα ωοειδές και χρώμα από κίτρινο έως καστανό. Βέβαια ανάλογα με την ποικιλία διαφέρει το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα (Βλ. Εικ. 1.4).



**Εικόνα 1.4.** Καρπός τους switchgrass σε μεγέθυνση (αριστερά) και καρπός του switchgrass σε πραγματικό μέγεθος (δεξιά) [4].

## 1.8 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

### 1.8.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν το φύτευμα του σπόρου. Συγκεκριμένα, απαιτεί πάνω από 10°C για να βλαστήσει ο σπόρος. Σε θερμοκρασία κάτω από 15° C το φύτευμα καθυστερεί, ενώ στους 29,5° C οι σπόροι φυτρώνουν σε τρεις μέρες μετά από την εγκατάστασή τους.

Οι νεαροί βλαστοί είναι ευαίσθητοι στους παγετούς αλλά το φυτό έχει την ικανότητα να αναβλαστάνει ακόμα και μετά από σημαντικές νεκρώσεις βλαστών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (Χρήστου *et al.*, 2006). Οι πρόσφατα μαζεμένοι σπόροι έχουν υψηλό ποσοστό λήθαργου και χρειάζεται να επιδράσουν θερμοκρασίες 5° C για 2 με 4 εβδομάδες για τη διακοπή του.



### 1.8.2 ΕΔΑΦΟΣ

Το switchgrass έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορους τύπους εδάφους. Εκτός από το είδος του εδάφους σημαντικό ρόλο παίζει και η υγρασία του εδάφους. Καλό όμως θα ήταν να αποφεύγεται η σπορά σε πολύ υγρά εδάφη. Επιπλέον, αναπτύσσεται ικανοποιητικά ακόμα και υπό συνθήκες υψηλής ξηρασίας και αλατότητας. Δίνει καλύτερες αποδόσεις όταν εγκαθίστανται σε γόνιμα, αμμώδη και καλά αποστραγγισμένα εδάφη, δίνοντας τη δυνατότητα στις ρίζες να αναπτυχθούν ευκολότερα από ότι σε βαριά αργιλώδη εδάφη. Βέβαια τα αμμώδη εδάφη έχουν την τάση να χάνουν πιο γρήγορα την υγρασία, περιορίζοντας ενδεχομένως την επιτυχία της εγκατάστασης και τις αποδόσεις σε βιομάζα. Το pH για τη βέλτιστη ανάπτυξη της καλλιέργειας κυμαίνεται μεταξύ 5 και 8 (Guretzky *et al.*, 2009).

## 1.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

### 1.9.1 ΣΠΟΡΑ

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας γίνεται με σπόρους και στην Ελλάδα λαμβάνει χώρα το Μάιο όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους 10-15°C υπάρχει διαθέσιμη υγρασία ώστε να είναι επιτυχής. 500-1000 σπόροι ζυγίζουν περίπου 1 γραμμάριο, αυτό όμως εξαρτάται από το γενότυπο και την ποικιλία. Το βάθος της σποράς κυμαίνεται από 10 έως 15 mm και παίζει σημαντικό ρόλο η επαφή του σπόρου με το έδαφος.

Το κυλίνδρισμα πριν αλλά και μετά τη σπορά ευνοεί το φύτευμα του σπόρου, όμως πρέπει να δίνεται προσοχή στο ποσοστό της εδαφικής υγρασίας ώστε να αποφύγουμε πιθανή συμπίεση ή το σχηματισμό επιφανειακής κρούστας.

### 1.9.2 ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι αρδευτικές του ανάγκες είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση νερού. Πειράματα έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400 χιλιοστών είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή (Elbersen, 2000).

Σε μη αρδευόμενες συνθήκες, το switchgrass αποδίδει καλά σε περιοχές με μέση ετήσια βροχόπτωση άνω των 400 χιλιοστών. Όταν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης επιτυγχάνεται καλύτερη εγκατάσταση της καλλιέργειας και μεγιστοποίηση των

αποδόσεων σε βιομάζα. Όταν όμως πραγματοποιείται άρδευση κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας, είναι σημαντικό να παρακολουθούνται οι πληθυσμοί των ζιζανίων, καθώς τα ποσοστά ανάπτυξής τους συχνά υπερβαίνουν αυτά του switchgrass (Guretzky *et al.*, 2009).

Η άρδευση που πραγματοποιείται την άνοιξη, καθώς αρχίζει η ανάπτυξη του φυτού, αυξάνει περισσότερο την απόδοση σε βιομάζα, σε σχέση με την άρδευση που πραγματοποιείται στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.

### 1.9.3 ΛΙΠΑΝΣΗ

**Η Λίπανση με άζωτο** αυξάνει την απόδοση της καλλιέργειας switchgrass. Για παραγωγή βιομάζας, θα πρέπει να αποφεύγεται η υπερβολική αζωτούχος λίπανση, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της απόδοσης και δυσκολίες κατά τη συγκομιδή. Η ποιότητα της παραγόμενης αιθανόλης εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε άζωτο, που σημαίνει ότι για υψηλή ποιότητα απαιτείται χαμηλή περιεκτικότητα σε άζωτο. Από την άλλη όμως, σύμφωνα με έρευνες, η ελλιπής αζωτούχος λίπανση αποφέρει σοβαρές επιπτώσεις στην παραγωγή.

Η απόδοση καλλιεργειών που δε δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση κυμάνθηκε περί τους 1,4 τόνους ξηρής βιομάζας το στρέμμα ενώ την ίδια περίοδο οι στρεμματικές αποδόσεις καλλιέργειας που εφαρμόστηκε λίπανση 4 και 12 kg αζώτου το στρέμμα ήταν 2,1 και 2,5 τόνοι ξηρής βιομάζας, αντίστοιχα (Χρήστου *et al.*, 2006).

Η εφαρμογή του αζώτου δεν συνίσταται κατά τη σπορά, γιατί υπάρχει κίνδυνος ταχύτερης ανάπτυξης ζιζανίων, γεγονός που θα έχει αρνητικές συνέπειες και στην ανάπτυξη του φυτού αλλά και δυσκολία στις καλλιεργητικές εργασίες.

**Η λίπανση με φώσφορο και κάλιο** είναι καλό να εφαρμόζεται την πρώτη χρονιά και μόνο εάν οι εδαφολογικές αναλύσεις δείξουν χαμηλή διαθεσιμότητα εδάφους.

### 1.9.4 ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΙΑ

Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι μια απαραίτητη καλλιεργητική πρακτική και μπορεί να γίνει είτε χημικά με ζιζανιοκτόνα, είτε μηχανικά. Τη μεγαλύτερη δυσκολία τη συναντάμε στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του φυτού, αφού τα ζιζάνια είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικά ως προς αυτό και ενδέχεται να προκαλέσουν προβλήματα στην καλλιέργεια. Μέχρι στιγμής, δεν έχει βρεθεί κάποιο απόλυτα αποτελεσματικό

ζιζανιοκτόνο για τον έλεγχο και την αντιμετώπιση των ζιζανίων στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας switchgrass.

Ο ανταγωνισμός των ζιζανίων είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για το πρώτο έτος της καλλιέργειας, για το δεύτερο έτος ο έλεγχος γίνεται λίγο δύσκολος και πιο οικονομικός. Το switchgrass επωφελείται με το κάψιμο των υπολειμμάτων της καλλιέργειας πριν την έναρξη της ανάπτυξης, την άνοιξη καίγοντας τους αγρούς μια φορά ανά 3-5 έτη. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο ανταγωνισμός των ζιζανίων και υποκινείται η αύξηση των κομμένων φυτών.

Ο καλύτερος έλεγχος των ζιζανίων έγινε με την χρήση του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου nicosulfuran που εφαρμόστηκε σε μειωμένες δόσεις σύμφωνα με έρευνα σε συνδυασμό με άλλες καλλιεργητικές πρακτικές σε καλλιέργεια 1 έτους switchgrass.

Συστήνεται:

1. Εφαρμογή glyphosate (Round-up)
2. Κοπή ζιζανίων 2-3 φορές κατά την διάρκεια της πρώτης καλλιεργητικής περιόδου. Η κοπή είναι πιο αποτελεσματική για τα ετήσια ζιζάνια όταν γίνει στο στάδιο ωρίμανσης αλλά πριν δώσουν σπόρο. Με αυτή την μέθοδο μειώνονται και τα πολυετή ζιζάνια (Alexoroulou *et al.*, 2008).

## 1.10 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή του switchgrass γίνεται μία φορά το χρόνο, είτε στα μέσα του χειμώνα από το Νοέμβριο μέχρι τον Ιανουάριο, είτε στην αρχή της άνοιξης. Οι καιρικές συνθήκες, η κατάσταση του εδάφους και η ποιότητα της πρώτης ύλης είναι μερικοί από τους παράγοντες που θα καθορίσουν την κατάλληλη εποχή συγκομιδής, ώστε να έχουμε υψηλή παραγωγή βιομάζας (Lewandowski & Kicherer, 1997).

Η συγκομιδή το χειμώνα γίνεται περίπου ένα μήνα μετά τον πρώτο φθινοπωρινό παγετό (Parrish & Fike, 2005). Σε περίπτωση που η συγκομιδή καθυστερεί μερικές εβδομάδες μετά τον παγετό, μεταφέρονται οι θρεπτικές ουσίες στα στελέχη και τις ρίζες για αποθήκευση το χειμώνα. Η υγρασία των φυτών κατά τη χειμερινή συγκομιδή λαμβάνει τιμές από 16 έως 17% και η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι 5%.

Η συγκομιδή την άνοιξη έχει το πλεονέκτημα ελέγχου των ζιζανίων. Επιπλέον η περιεκτικότητα σε τέφρα μειώνεται κατά 2% σε σχέση με την χειμερινή συγκομιδή, εξαιτίας της μείωσης της περιεκτικότητας σε N και η υγρασία των φυτών κυμαίνεται

από 12-14%. Τέλος, οι αποδόσεις μειώνονται κατά 20-30% λόγω χειμερινού παγετού, με αποτέλεσμα όμως το τελικό προϊόν να είναι πολύ καλύτερης ποιότητας (Samson, 2007).

### 1.11 ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

Οι αποδόσεις μιας πολυετής ενεργειακής καλλιέργειας όπως το switchgrass, ποικίλουν λόγω μειωμένης παραγωγής κατά το έτος της εγκατάστασης, όπου η καλλιέργεια φροντίζει να αναπτύξει το ριζικό της σύστημα το οποίο και θα αποτελέσει το ζωτικό όργανο για την επαναβλάστηση και τη διαιώνισή της. Η άρδευση φαίνεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στις αποδόσεις του φυτού σε περιοχές όπου δεν παρατηρούνται βροχοπτώσεις κατά την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου. Στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας (Αλίαρτος) όπου οι βροχοπτώσεις (αυτή την περίοδο) είναι σπάνιες οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,7 τόνους ξηρής βιομάζας για τα μη αρδευόμενα φυτά έως τους 2,1 τόνους για την αρδευόμενη καλλιέργεια (Χρήστου *et al.*, 2006).

Πειράματα που πραγματοποιήθηκαν για πέντε χρόνια σε Ελλάδα και Ιταλία (1998-2002) είχαν σκοπό την αξιολόγηση 16 ποικιλιών του switchgrass. Ο κύριος σκοπός του πειράματος ήταν να δοκιμαστεί η προσαρμοστικότητα ορεινών αλλά και πεδινών ποικιλιών αλλά και η παραγωγικότητα βιομάζας αυτών στην περιοχή της Μεσογείου. Η μεγαλύτερη απόδοση σημειώθηκε για όλες τις ποικιλίες κατά την 3<sup>η</sup> καλλιεργητική περίοδο με 1,79 τόνους ανά στρέμμα στην Ελλάδα και 1,23 τόνους στην Ιταλία. Οι πεδινές ποικιλίες βρέθηκαν να είναι πιο παραγωγικές σε σχέση με τις ορεινές ποικιλίες. Αυτό συμβαίνει, διότι οι ορεινές ποικιλίες σταματούν την ανάπτυξη το φθινόπωρο με συνέπεια να δίνουν χαμηλότερες αποδόσεις από άλλες πεδινές ποικιλίες (Saderson *et al.*, 1996).

Στην Ιταλία το εύρος των αποδόσεων μεταξύ των μελετημένων ποικιλιών της ξηράς ουσίας όλα τα χρόνια ήταν αρκετά μεγάλο. Πιο συγκεκριμένα, κατά το έτος εγκατάστασης, οι αποδόσεις της βιομάζας κυμαίνονταν από 87 κιλά/στρέμμα (Sunburst) σε 3 τόνους/στρέμμα (SU 94-1). Κατά το επόμενο έτος, κυμαινόταν από 171 κιλά/στρέμμα (9.005.439) σε 1,46 τόνους/στρέμμα (SL 93-3). Το 2000 από 563 κιλά/στρέμμα (9.005.439) σε 2,6 τόνους/στρέμμα (SL 93-3) και το 2001 από 330 κιλά/στρέμμα (9.005.439) σε 2,18 τόνους/στρέμμα στην (SL 93-3). Η προσαρμοστικότητα και η παραγωγικότητα της βιομάζας ήταν αρκετά καλή με μόνες



εξαιρέσεις τις δύο ποικιλίες 9.005.439 και 9.005.438. Κατά το έτος της εγκατάστασης η παραγωγικότητα της βιομάζας ήταν αρκετά χαμηλή και για αυτό το λόγο δεν επιτεύχθηκε συγκομιδή. Η παραγωγικότητα τους αυξήθηκε κατά τα επόμενα δύο χρόνια (1999 και 2000) αλλά εξακολούθησαν να είναι οι ποικιλίες με τη μικρότερη παραγωγή μεταξύ των ποικιλιών που συμμετείχαν στο πείραμα (Sharma *et al.*, 2003).

## 1.12 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ SWITCHGRASS

Οι κυριότερες χρήσεις του switchgrass, είναι:

- Παραγωγή πελλέτας: (Βλ. Εικ. 1.5) Η πελλετοποίηση αυξάνει την πυκνότητα της βιομάζας σχεδόν δέκα φορές, διευκολύνοντας τον χειρισμό και την μείωση του κόστους μεταφοράς και αποθήκευσης.
- Παραγωγή βιοαερίου: Το βιοαέριο είναι αέριο μίγμα, με σύσταση 65% μεθάνιο και 35% CO<sub>2</sub> και ίχνη άλλων αερίων. Χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε μηχανές εσωτερικής καύσης, για τη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- Παραγωγή βιοαιθανόλης: Η βιοαιθανόλη είναι ένα καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και χρησιμοποιείται για την αύξηση του αριθμού οκτανίων της βενζίνης και για την βελτίωση της ποιότητας της.
- Ζωοτροφή.



**Εικόνα 1.5.** Πέλλετ από Switchgrass. [5]

### 1.13 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών φυλλοστοιβάδας του πολυετούς φυτού switchgrass σε δύο περιοχές της Θεσσαλίας. Για την ανάλυση των χαρακτηριστικών της φυλλοστοιβάδας, πραγματοποιήθηκε πείραμα κατά την περίοδο 2012 στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας και του Παλαμά Καρδίτσας. Τα πειράματα διεξήχθησαν κάτω από τέσσερα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης και δύο διαφορετικά επίπεδα άρδευσης ώστε να προσδιοριστεί η επίδραση των κύριων παραγόντων ανάπτυξης του φυτού (νερό-λίπασμα) καθώς και η αλληλεπίδραση τους στα χαρακτηριστικά ανάπτυξης της φυλλοστοιβάδας του φυτού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό 2x4 (split-plot), με δύο παράγοντες και τέσσερις επαναλήψεις και για τις δύο περιοχές.

Οι παράγοντες ήταν:

A. Δύο διαφορετικά επίπεδα άρδευσης

- Επίπεδο I<sub>1</sub> (μη αρδευόμενο): 0 mm άρδευσης
- Επίπεδο I<sub>2</sub> (αρδευόμενο): 250 mm άρδευσης

B. Αζωτούχος λίπανση

- Επίπεδο N<sub>1</sub>: 0 μονάδες αζώτου
- Επίπεδο N<sub>2</sub>: 8 μονάδες αζώτου
- Επίπεδο N<sub>3</sub>: 16 μονάδες αζώτου
- Επίπεδο N<sub>4</sub>: 24 μονάδες αζώτου

N - 0	N - 8	N - 16	N - 24	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ
N - 8	N - 0	N - 24	N - 16	
N - 16	N - 24	N - 0	N - 8	
N - 24	N - 16	N - 8	N - 0	
N - 24	N - 16	N - 8	N - 0	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ
N - 16	N - 24	N - 0	N - 8	
N - 8	N - 0	N - 24	N - 16	
N - 0	N - 8	N - 16	N - 24	
ΤΜΗΜΑ I	ΤΜΗΜΑ II	ΤΜΗΜΑ III	ΤΜΗΜΑ IV	

Σχήμα 2.1. Πειραματικό σχέδιο στον Παλαμά

Για τον πειραματικό αγρό στην περιοχή του Παλαμά κάθε επανάληψη (τμήμα) είχε διαστάσεις 200 m x 3,2 m (εμβαδόν 640 m<sup>2</sup>) και αποτελούνταν από 8 πειραματικά υπο-τεμάχια εμβαδού 25 m x 3,2 m = 80 m<sup>2</sup>. Το σύνολο της έκτασης του πειραματικού αγρού ήταν 15 x 200 = 3000 m<sup>2</sup> (συμπεριλαμβανομένων και των διαδρόμων). Όπως φαίνεται και στο παραπάνω πειραματικό σχέδιο (Σχήμα 2.1).

N - 0	N - 8	N - 16	N - 24	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ
N - 8	N - 16	N - 24	N - 0	
N - 16	N - 24	N - 0	N - 8	
N - 24	N - 0	N - 8	N - 16	
N - 24	N - 0	N - 8	N - 16	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ
N - 16	N - 24	N - 0	N - 8	
N - 8	N - 16	N - 24	N - 0	
N - 0	N - 8	N - 16	N - 24	
ΤΜΗΜΑ I	ΤΜΗΜΑ II	ΤΜΗΜΑ III	ΤΜΗΜΑ IV	

Σχήμα 2.2. Πειραματικό σχέδιο στο Βελεστίνο

Για τον πειραματικό αγρό στην περιοχή του Βελεστίνου η εγκατάσταση της καλλιέργειας καταλάμβανε έκταση 33m x 55m = 1815 m<sup>2</sup> συμπεριλαμβανομένων των διαδρόμων. Κάθε επανάληψη (τμήμα) είχε διαστάσεις 7.5 m x 52 m (εμβαδόν 390 m<sup>2</sup>) και αποτελούνταν από 8 πειραματικά υπο-τεμάχια εμβαδού 7.5 m x 6.5 m = 48.75 m<sup>2</sup>. Όπως φαίνεται και στο παραπάνω πειραματικό σχέδιο (Σχήμα 2.2).

## 2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΓΡΟΥ

### 2.2.1 ΣΠΟΡΑ

Για τη διεξαγωγή του πειράματος, οι δύο φυτείες που χρησιμοποιήθηκαν είχαν εγκατασταθεί το 2009 στον Παλαμά και το 2010 στο Βελεστίνο (κατόπιν επανασποράς). Ο σπόρος που χρησιμοποιήθηκε για την εγκατάσταση της καλλιέργειας switchgrass ήταν της ποικιλίας Alamo. Η σπορά των αγρών έγινε με σπαρτική μηχανή σιτηρών και ο χρησιμοποιούμενος σπόρος ήταν 800 γραμμάρια ανά στρέμμα.

### 2.2.2 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η Λίπανση πραγματοποιήθηκε στις 3/6/2012 στον Παλαμά και στις 4/6/2012 στο Βελεστίνο. Όπως φαίνεται στα σχήματα 2.1 και 2.2 εφαρμόστηκαν τέσσερα επίπεδα λίπανσης ( $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$ ) και στο κάθε ένα από αυτά αντιστοιχούσαν οχτώ υποτεμάχια αγρού. Στα υποτεμάχια  $N_1$  δεν εφαρμόστηκε λίπανση, ενώ για τα υπόλοιπα χρησιμοποιήθηκε ουρία (46-0-0).

### 2.2.3 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση πραγματοποιήθηκε σε πέντε διαφορετικές χρονικές στιγμές μόνο στα  $I_2$  τεμάχια (συνολικά 250 χιλιοστά νερού) με τη μέθοδο καταιονισμού.

### 2.2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Η καλλιέργεια βρισκόταν στο 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> έτος ανάπτυξης, που σημαίνει ότι ήταν πιο ανταγωνιστική σε σχέση με τα ζιζάνια. Επομένως, δεν είχαμε καμία επέμβαση ζιζανιοκτονίας διότι δεν υπήρχε σημαντικός πληθυσμός ζιζανίων.

### 2.2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΧΘΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

Δεν υπήρξε καμία σοβαρή προσβολή κατά την διάρκεια του πειράματος από ασθένειες ή εχθρούς. Όμως κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί η ύπαρξη μεγάλης βιοποικιλότητας στην καλλιέργεια όπως ακρίδες, αράχνες, διάφορα είδη πουλιών κ.α.

2.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας μελετήθηκε με έξι δειγματοληψίες στο Βελεστίνο και με πέντε στον Παλαμά κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012. Η επαναβλάστηση στον Παλαμά παρατηρήθηκε στις 28/3/2012 και στο Βελεστίνο στις 2/4. Οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών φαίνονται στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 2.1. Ημερομηνίες δειγματοληψιών

	ΚΟΠΕΣ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ	ΚΟΠΕΣ ΠΑΛΑΜΑΣ
1η	3/7/2012	5/7/2012
2η	23/7/2012	24/7/2012
3η	7/8/2012	21/8/2012
4η	22/8/2012	8/9/2012
5η	8/9/2012	7/10/2012
6η	29/9/2012	

Σε κάθε κοπή επιλεγόταν τυχαία μέσα στο κάθε πειραματικό υποτεμάχιο πλαίσιο 1 m<sup>2</sup> και κοβόντουσαν όλα τα φυτά που βρισκόντουσαν μέσα σε αυτό. Η επιλογή των φυτών γινόταν συνήθως από το κέντρο του υποτεμαχίου. Αυτό έγινε γιατί παράγοντες όπως η λίπανση απαιτούν μεγάλα τεμάχια διότι η επίδραση τους επεκτείνεται και στα αλλά τεμάχια, ώστε μεταξύ τεμαχίων πρέπει να υπάρχουν περιθωριακές γραμμές, που θα εξομαλύνουν την επίδραση του περιθωρίου – border effect – ενώ οι μετρήσεις θα γίνονται στο κεντρικό τμήμα του τεμαχίου δηλαδή στις πειραματικές γραμμές.

Μετά την κοπή των φυτών, μετριόταν το ύψος και το βάρος ολόκληρου του δείγματος και 30 φυτά από κάθε πειραματικό τεμάχιο τοποθετούνταν μέσα σε πλαστική σακούλα πάνω στην οποία αναγραφόταν ο αριθμός του υποτεμαχίου.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι Ιουλιανές μέρες και οι ημερομηνίες μετά από την επαναβλάστηση σε σχέση με τις ημερομηνίες δειγματοληψιών στις δύο περιοχές της Θεσσαλίας.

**Πίνακας 2.2.** Ιουλιανές μέρες και ημέρες μετά την επαναβλάστηση με βάση τις δειγματοληψίες στον Παλαμά και στο Βελεστίνο.

	ΠΑΛΑΜΑΣ		ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ	
	ΙΟΥΛΙΑΝΕΣ ΜΕΡΕΣ	Η.Μ.Ε	ΙΟΥΛΙΑΝΕΣ ΜΕΡΕΣ	Η.Μ.Ε
Βλάστηση	87	0	92	0
1 <sup>η</sup> κοπή	186	99	184	92
2η κοπή	205	118	204	109
3η κοπή	233	146	219	127
4 <sup>η</sup> κοπή	251	163	234	142
5η κοπή	280	193	251	159
6 <sup>η</sup> κοπή			272	180

2.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Μετά από κάθε κοπή τα επιλεγόμενα φυτά μεταφέρονταν στο Εργαστήριο Γεωργίας. Εκεί γινόταν διαχωρισμός του βλαστού, των φύλλων (χλωρά και ξερά) και των ταξιανθιών (μετά την έκπτυξη) απ’ το κάθε δείγμα και επιπλέον τεμαχισμός των βλαστών για διευκόλυνση των διαδικασιών που ακολουθούσαν. Σε κάθε δειγματοληψία γινόταν επιπλέον μέτρηση του αριθμού των φύλλων από κάθε δείγμα και καταγραφόταν ο μέσος όρος των φύλλων για κάθε υποτεμάχιο ώστε να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε τον ρυθμό έκπτυξης των φύλλων.

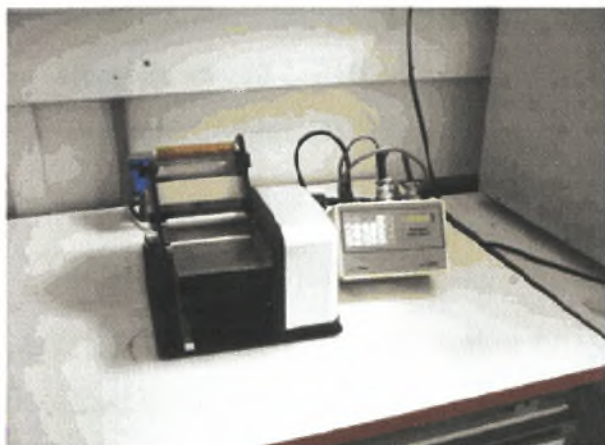
2.4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΦΥΛΛΩΝ

Από το κάθε δείγμα μετρήθηκε ξεχωριστά το χλωρό και το ξηρό βάρος όλων των φύλλων. Στη συνέχεια μετρήθηκε η φυλλική επιφάνεια (leaf area) των χλωρών φύλλων με την βοήθεια ειδικού μηχανήματος (leaf area meter) (Βλ. Εικ. 2.1). Έπειτα τοποθετήθηκαν τα φύλλα σε χάρτινες σακούλες στις οποίες αναγραφόταν το αριθμός του κάθε υποτεμαχίου και η περιοχή (Βελεστίνο και Παλαμάς) από όπου συλλέχτηκαν κάθε φορά και μπαίνανε σε κλίβανο για ξήρανση στους 65°C μέχρι να αποκτήσουν σταθερό βάρος. Μετά την ξήρανση (περί τις 6-7 ημέρες), μετριόταν το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

Το μηχάνημα που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση της *leaf area* αποτελείται από:



- ♦ Την κεφαλή σάρωσης του συστήματος μέσα από την οποία περνούν τα φύλλα.
- ♦ Το εξάρτημα LI-3050A Transparent Belt Conveyer με πλαστική διάφανη ζώνη η οποία περιστρέφεται βοηθώντας τη διέλευση των φύλλων μέσα από την κεφαλή σάρωσης, για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας, και
- ♦ Το LI-COR model LI-3000A portable area meter, που είναι ο υπολογιστής του συστήματος και αποτελείται από την οθόνη, τα πλήκτρα του υπολογιστή και τις υποδοχές για τις συνδέσεις με τα παράπλευρα όργανα.



**Εικόνα 2.1.** Το σύστημα LICOR

Τα τρία αυτά όργανα συνδέονται μεταξύ τους και το όλο σύστημα αποτελεί μια ηλεκτρονική μέθοδο υπολογισμού κατά προσέγγιση της φυλλικής επιφάνειας.

Αφού τοποθετήθηκε κατάλληλα η κεφαλή σάρωσης μέσα στο LI-3050A έγινε η σύνδεση με το LI-COR. Τα φύλλα τοποθετήθηκαν πάνω στην περιστρεφόμενη ζώνη με προσοχή έτσι ώστε να είναι παράλληλα με τη ζώνη και να μην επισκιάζονται. Οι μεμβράνες πάνω στις οποίες τοποθετούνται τα φύλλα πρέπει να είναι πάντοτε καθαρές ώστε να μην επηρεάζεται το αποτέλεσμα. Επιπλέον η ταχύτητα με την οποία τοποθετούνται τα φύλλα μέσα στο μηχάνημα πρέπει να είναι η ίδια για να μην υπάρχει μεγάλη απόκλιση των αποτελεσμάτων που λαμβάνουμε.

## 2.5 ΣΥΛΛΟΓΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η συλλογή των μετεωρολογικών στοιχείων πραγματοποιήθηκε και για δύο περιοχές που μελετήθηκαν (Βελεστίνο, Παλαμάς) με την βοήθεια αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού που βρίσκεται εγκατεστημένος αντίστοιχα και στις δύο περιοχές.

Οι μετεωρολογικοί αυτοί σταθμοί περιλαμβάνουν καταγραφέα τύπου DATALOG2 SERIES της εταιρίας SKYE INSTRUMENTS LTD., ο οποίος απαρτίζεται από τους παρακάτω αισθητήρες μέτρησης:

- Φωτός (PYRANOMETER)
- Θερμοκρασίας (THERMISTORS)
- Βροχόπτωσης (ARG 100)
- Ταχύτητας ανέμου (THIES CLIMA)

## 2.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

### 2.6.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ SLA (SPECIFIC LEAF AREA)

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) αντιπροσωπεύει την συνολική φυλλική επιφάνεια ανά μονάδα ξηρού βάρους της φυλλικής μάζας. Πρόκειται για μορφολογικό χαρακτηριστικό της καλλιέργειας που εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την ένταση ακτινοβολίας και το σχετικό στάδιο ανάπτυξης (DVS). Μερικοί συγγραφείς αναφέρουν ότι η SLA μειώνεται από μια μέγιστη τιμή κατά την περίοδο του φυτρώματος (όταν το φυτό σχηματίζει λεπτά φύλλα), μέχρι μια ελάχιστη τιμή κατά την ωρίμανση. Με βάση τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές της, η SLA μπορεί να προσδιοριστεί με τις εξισώσεις:

$$SLA = SLA_{min} - (SLA_{max} - SLA_{min}) \times \ln(DVS)/2$$

$$\text{If } SLA > SLA_{max} \text{ then } SLA = SLA_{max}$$

Όπου:

$SLA_{max}$  είναι η μέγιστη ειδική φυλλική επιφάνεια ( $m^2/kg$ )

$SLA_{min}$  είναι η ελάχιστη ειδική φυλλική επιφάνεια ( $m^2/kg$ )

DVS είναι το σχετικό στάδιο ανάπτυξης

Οι εξισώσεις που εισηγούνται είναι εμπειρικές και πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή. Συνιστάται η χρήση πραγματικών δεδομένων της SLA που έχουν προκύψει από πειραματισμό στον αγρό (Δαναλάτος, 1999).

Όπως προαναφέρθηκε η SLA ισούται με το πηλίκο της επιφάνειας των φύλλων προς το ξηρό τους βάρος. Κατά συνέπεια ο υπολογισμός της SLA έγινε με βάση τις μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας ενός αριθμού φύλλων που μετρήθηκαν και του ξηρού τους βάρους, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$SLA = \text{Φυλλική Επιφάνεια} / \text{Ξηρό Βάρος Φύλλων}$$

Ο υπολογισμός του SLA έγινε με βάση την παραπάνω εξίσωση και η τιμή του SLA εκφράζεται σε  $\text{m}^2\text{φύλλων/kg}$  ξηρών φύλλων.

#### 2.6.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LAI (LEAF AREA INDEX)

Η φυλλική επιφάνεια εκφράζεται με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI). Ο οποίος ισούται με τη συνολική επιφάνεια των φύλλων που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη μονάδα επιφάνειας του εδάφους. Με το δείκτη αυτό αγνοούνται οι άλλες φωτοσυνθέτουσες επιφάνειες του φυτού όπως μίσχοι, στελέχη, κ.α.. Οι οποίες όμως σε πρακτική κλίμακα αντιπροσωπεύουν μικρό ποσοστό. Επιπλέον ο LAI εκφράζει και την αποτελεσματικότητα μιας καλλιέργειας ως προς τη φωτοσυνθετική ικανότητα. Ο LAI αυξάνει από το στάδιο του φυτρώματος μέχρι ενός ορίου του ώριμου φυτού και η αύξηση αυτή συνδέεται εποχικός με τον ρυθμό αύξησης και βλαστικής ανάπτυξης των φυτών.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) συνδέεται με την ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) με την σχέση,

$$L.A.I = \frac{SL \times SLA}{1000}$$

Όπου:

SL = το ξηρό βάρος των (πράσινων) φύλλων ( $\text{kg/στρέμμα}$ ) (Δαναλάτος, 1999).

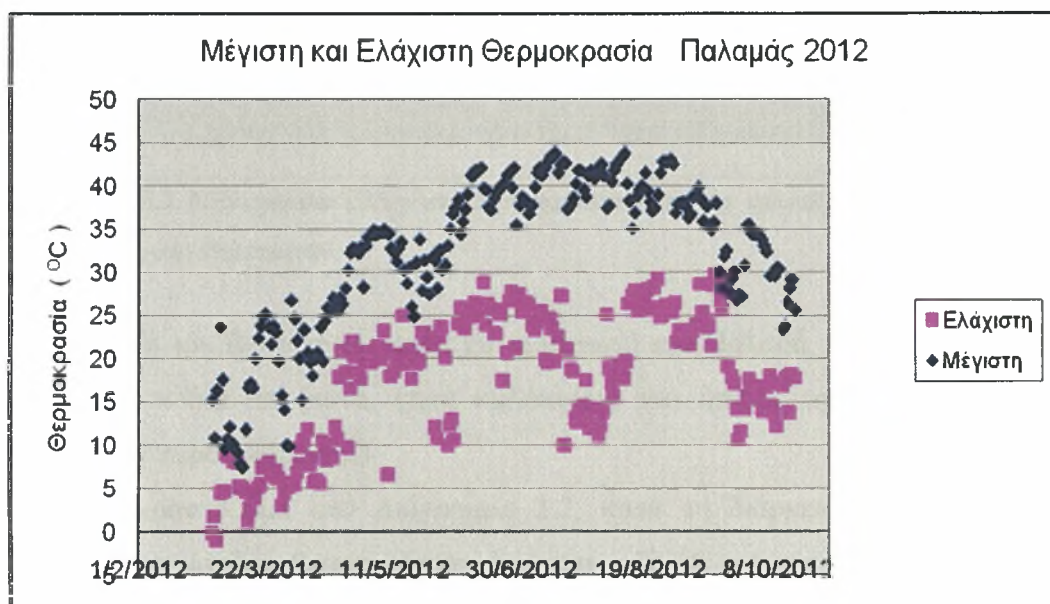
Ο υπολογισμός του LAI έγινε με βάση την παραπάνω εξίσωση και η τιμή του LAI εκφράζεται σε  $\text{m}^2$  επιφάνειας φύλλων/ $\text{m}^2$  εδάφους επιφάνειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Στα Διαγράμματα 3.1 και 3.2 παρουσιάζονται η μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία που παρατηρήθηκαν στην περιοχή του Παλαμά Καρδίτσας και του Βελεστίνου Μαγνησίας αντίστοιχα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012.

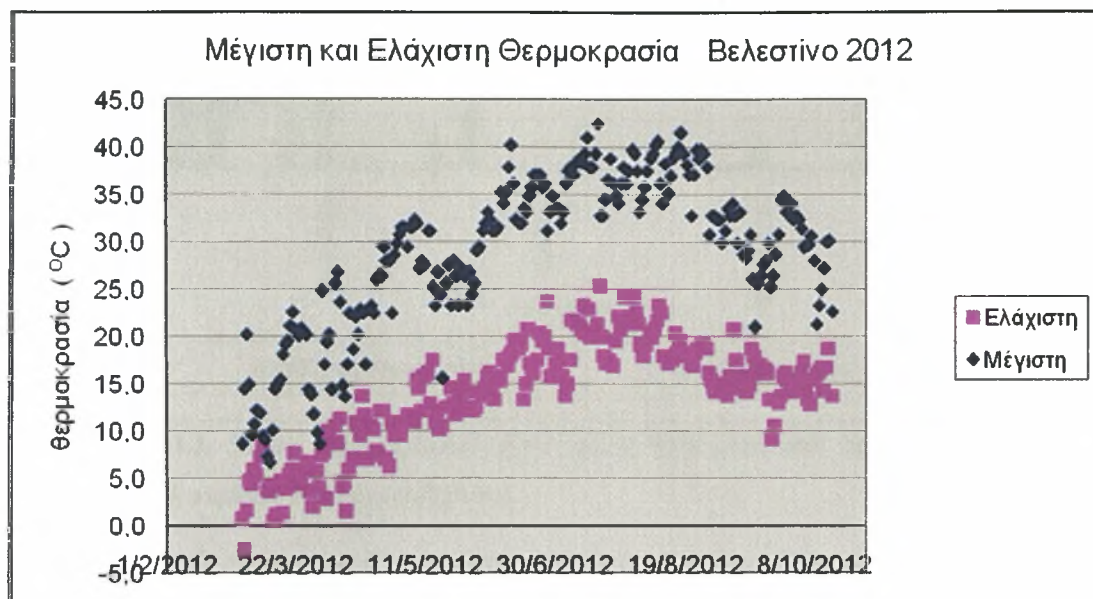


Διάγραμμα 3.1. Μέγιστη και Ελάχιστη Θερμοκρασία κατά την καλλιεργητική περίοδο 2012 στην περιοχή του Παλαμά.

Ο Παλαμάς σαν περιοχή χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα με ζεστά-ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες με υψηλή υγρασία (τα στοιχεία δεν παρουσιάζονται).

Όπως παρατηρούμε στο Διάγραμμα 3.1, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σημειώθηκαν υψηλές θερμοκρασίες έως και 44 °C, ενώ οι χαμηλές ήταν περί τους 9 °C (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν υψηλές θερμοκρασίες από 40 – 44° C στις εξής ημερομηνίες: 10-14, 23-25 και 27 για το μήνα Ιούνιο; 6-17, 21-23 και 25-31 για το μήνα Ιούλιο; και 1, 4-10, 17 και 23-28 για το μήνα Αύγουστο. Το

Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο οι θερμοκρασίες που σημειώθηκαν χαρακτηρίστηκαν αρκετά υψηλές, ιδιαίτερα κατά τις 1,5,6-8,14 Σεπτεμβρίου.



**Διάγραμμα 3.2.** Μέγιστη και Ελάχιστη Θερμοκρασία κατά την καλλιεργητική περίοδο 2012 στην περιοχή του Βελεστίνου.

Η περιοχή του Βελεστίνου, όπως και η περιοχή του Παλαμά, χαρακτηρίζεται από μεσογειακό κλίμα με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ήπιους υγρούς χειμώνες (τα στοιχεία δεν παρουσιάζονται).

Όπως παρατηρούμε στο Διάγραμμα 3.2, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σημειώθηκαν υψηλές θερμοκρασίες έως και 42 °C και χαμηλές μέχρι 13 °C (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν υψηλές θερμοκρασίες από 37–42 °C στις εξής ημερομηνίες: 12,13 και 22-24 για το μήνα Ιούνιο; 5-16, 21,26 και 28-31 για το μήνα Ιούλιο; 4-8,11,14-20 και 22-27 για το μήνα Αύγουστο.

Στα Διαγράμματα 3.3 και 3.4 παρουσιάζονται η μέση θερμοκρασία αέρα και η βροχόπτωση που παρατηρήθηκαν στην περιοχή του Παλαμά Καρδίτσας και του Βελεστίνου Μαγνησίας αντίστοιχα κατά τη διάρκεια της περιόδου 2012.





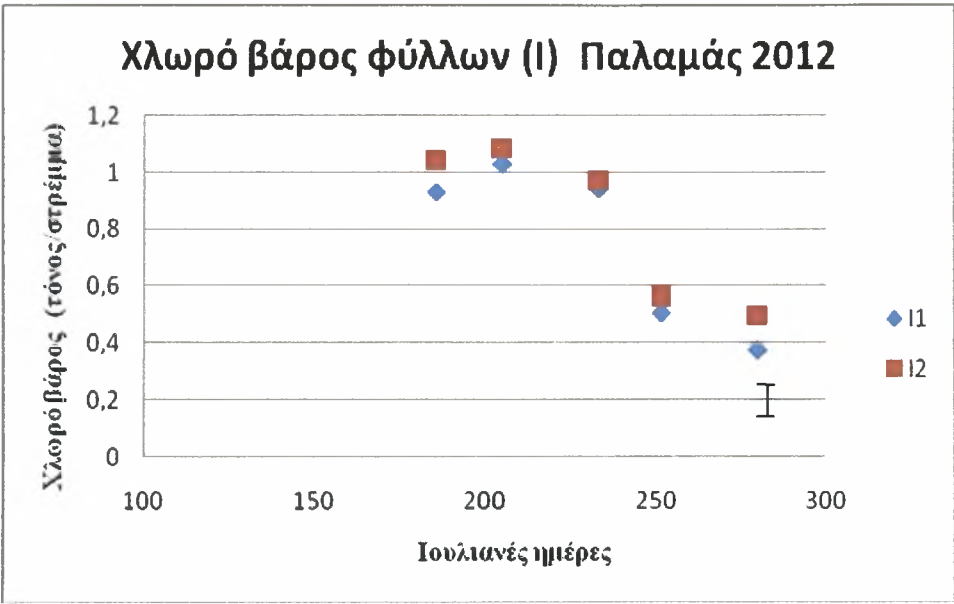




### 3.2 ΧΛΩΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ

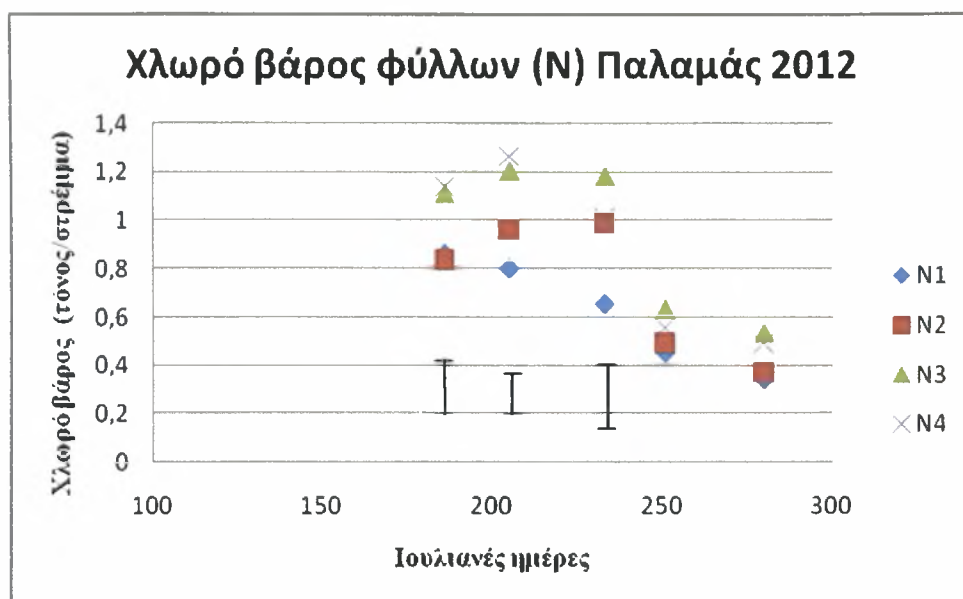
#### 3.2.1 ΠΑΛΑΜΑΣ

Στα Διαγράμματα 3.5 και 3.6 παρουσιάζεται η μεταβολή του χλωρού βάρους των φύλλων του φυτού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012 για δύο επίπεδα άρδευσης και τέσσερα επίπεδα λίπανσης ως προς τις Ιουλιανές ημέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



**Διάγραμμα 3.5.** Χλωρό βάρος φύλλων για δύο επίπεδα άρδευσης  $I_1=0\text{mm}$  και  $I_2=250\text{mm}$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

Από τα Διαγράμματα 3.5 και 3.6 συμπεραίνουμε ότι υπάρχει μία σταδιακή μείωση του χλωρού βάρους των φύλλων του φυτού από κοπή σε κοπή. Αναλυτικότερα και παρατηρώντας τον Πίνακα 3.1, στην πρώτη δειγματοληψία το χλωρό βάρος των φύλλων κυμαινόταν στους 0,8-1,25 τόνους/στρέμμα και στη δεύτερη 0,74-1,36 τόνους/στρέμμα. Στην τρίτη κοπή σημειώθηκε η μεγαλύτερη απόδοση χλωρής βιομάζας φύλλων (1,4 τόννοι/στρέμμα) για την αρδευόμενη μεταχείριση και μέχρι και την πέμπτη κοπή που ήταν η τελευταία, το βάρος τους μειώθηκε σημειώνοντας την μικρότερη τιμή (0,25 τόννοι/στρέμμα) για τη μη αρδευόμενη μεταχείριση.



**Διάγραμμα 3.6.** Χλωρό βάρος φύλλων για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

Ο ρυθμός ανάπτυξης του χλωρού βάρους των φύλλων από τη βλάστηση μέχρι την πρώτη δειγματοληψία ήταν 8-12,6 κιλά/ημέρα/στρέμμα. Μέχρι την πέμπτη δειγματοληψία που ήταν και η τελευταία ο ρυθμός μειώθηκε στα 1,3-3,3 κιλά/ημέρα/στρέμμα.

Ο αριθμός των φύλλων του φυτού ήταν κατά μέσο όρο 5-6 φύλλα σε κάθε στέλεχος στην πρώτη δειγματοληψία. Στη δεύτερη ήταν 7 φύλλα ανά στέλεχος και στην τρίτη ανέπτυξε 7-8 φύλλα. Από εκεί και έπειτα ο αριθμός των φύλλων διατηρήθηκε σταθερός.

Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μεταβολή του χλωρού βάρους των φύλλων κατά την πρώτη, δεύτερη αλλά και τρίτη δειγματοληψία για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης και κατά την τελευταία κοπή για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης (Πίν. 3.1).

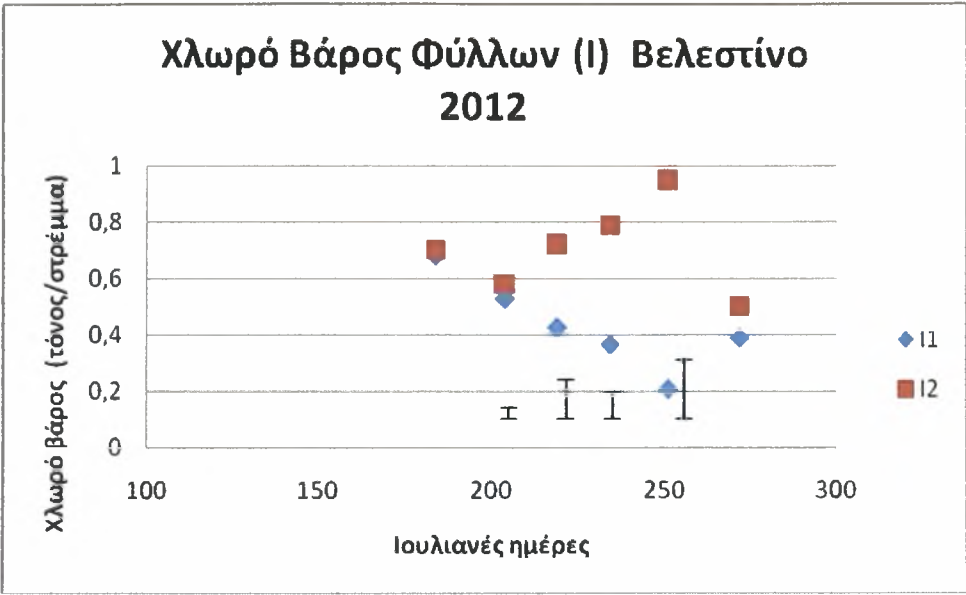
**Πίνακας 3.1.** Μέσοι όροι χλωρού βάρους φύλλων (τόνοι/στρέμμα) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στον Παλαμά.

	5/7/2012	24/7/2012	21/8/2012	8/9/2012	7/10/2012
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>					
<b>I<sub>1</sub></b>	0.931	1.029	0.943	0.504	0.375 a
<b>I<sub>2</sub></b>	1.042	1.085	0.972	0.560	0.497 b
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	ns	ns	0.0596
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>					
<b>N<sub>1</sub></b>	0.860 a	0.801 a	0.654 a	0.450	0.343
<b>N<sub>2</sub></b>	0.832 a	0.957 a	0.984 b	0.489	0.372
<b>N<sub>3</sub></b>	1.114 b	1.206 b	1.184 b	0.630	0.536
<b>N<sub>4</sub></b>	1.141 b	1.266 b	1.007 b	0.558	0.492
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	0.2496	0.2104	0.2961	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>					
<b>I<sub>1</sub>N<sub>1</sub></b>	0.795	0.738	0.800	0.410	0.251
<b>I<sub>1</sub>N<sub>2</sub></b>	0.820	0.959	0.944	0.494	0.394
<b>I<sub>1</sub>N<sub>3</sub></b>	1.075	1.057	0.977	0.536	0.508
<b>I<sub>1</sub>N<sub>4</sub></b>	1.036	1.364	1.052	0.574	0.345
<b>I<sub>2</sub>N<sub>1</sub></b>	0.925	0.864	0.509	0.490	0.436
<b>I<sub>2</sub>N<sub>2</sub></b>	0.845	0.954	1.025	0.484	0.350
<b>I<sub>2</sub>N<sub>3</sub></b>	1.152	1.354	1.392	0.724	0.563
<b>I<sub>2</sub>N<sub>4</sub></b>	1.245	1.168	0.963	0.542	0.639
<b>Ε.Σ.Δ</b>	ns	ns	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	24.1	18.9	29.4	32.9	45.3

\* Duncan a, b

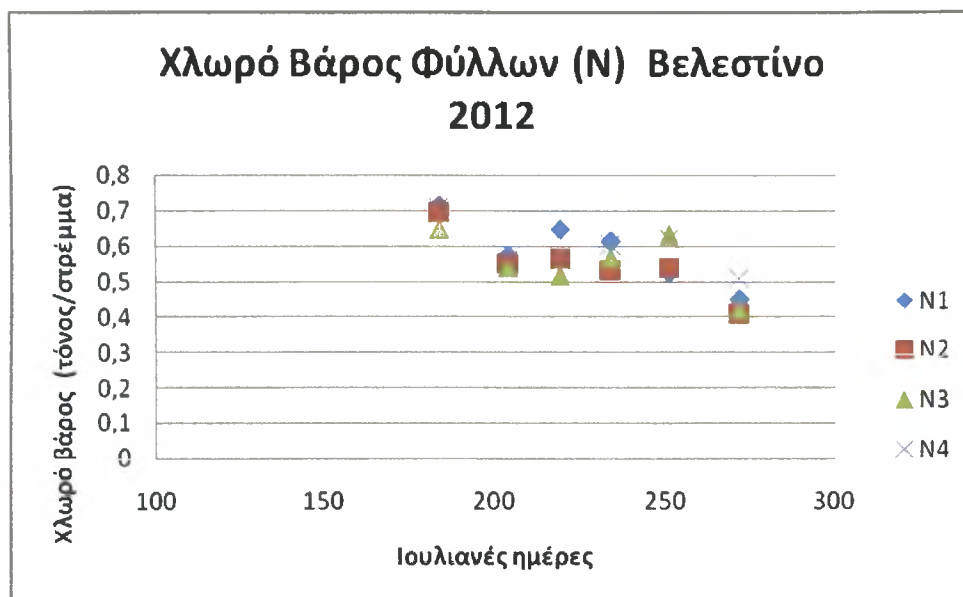
3.2.2 ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ

Στα Διαγράμματα 3.7 και 3.8 παρουσιάζεται η μεταβολή του χλωρού βάρους των φύλλων του φυτού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012 για δύο επίπεδα άρδευσης και τέσσερα επίπεδα λίπανσης ως προς τις Ιουλιανές μέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



Διάγραμμα 3.7. Χλωρό βάρος φύλλων για δύο επίπεδα άρδευσης I<sub>1</sub>=0mm και I<sub>2</sub>=250mm την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Το χλωρό βάρος των φύλλων στην πρώτη κοπή κυμάνθηκε από 0,61 έως 0,74 τόνους/στρέμμα ενώ στην επόμενη μειώθηκε περί τους 0,51-0,6 τόνους/στρέμμα. Στην τρίτη και τέταρτη δειγματοληψία υπήρχε μεγαλύτερο εύρος χλωρού βάρους φύλλων με τιμές 0,41-0,85 τόνοι/στρέμμα και 0,35-0,85 τόνοι/στρέμμα αντίστοιχα. Το εύρος αυτό μεγάλωσε ακόμα παραπάνω στην πέμπτη δειγματοληψία σημειώνοντας συγχρόνως τη μεγαλύτερη τιμή (1 τόνος/στρέμμα) για την αρδευόμενη έκταση αλλά και τη μικρότερη (0,12 τόνοι/στρέμμα) για τη μη αρδευόμενη μεταχείριση. Στην έκτη και τελευταία κοπή, οι αποδόσεις του αρδευόμενου κομματιού ήταν όμοιες με αυτές του μη αρδευόμενου (0,35-0,67 τόνοι/στρέμμα) (Πίν. 3.2) καθώς η καλλιέργεια εισήλθε στο στάδιο της ωρίμανσης του σπόρου.



**Διάγραμμα 3.8.** Χλωρό βάρος φύλλων για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Ο ρυθμός ανάπτυξης του χλωρού βάρους των φύλλων ήταν από τη βλάστηση μέχρι την πρώτη δειγματοληψία 7,3-8 κιλά/ημέρα/στρέμμα. Μέχρι την τελευταία κοπή ο ίδιος ρυθμός επήλθε σε χαμηλότερα επίπεδα και συγκεκριμένα 2-3,7 κιλά/ημέρα/στρέμμα.

Ο αριθμός των φύλλων του φυτού ανά στέλεχος ήταν στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία κατά μέσο όρο 4 φύλλα/στέλεχος, στην τρίτη 5 φύλλα και στην τέταρτη 5-6 φύλλα. Στον Πίνακα 3.2 φαίνεται ότι είχαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά το χλωρό βάρος φύλλων στο Βελεστίνο από τη δεύτερη έως και την πέμπτη κοπή για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και στην έκτη και τελευταία κοπή για την αλληλεπίδραση άρδευσης – λίπανσης.

**Πίνακας 3.2.** Μέσοι όροι χλωρού βάρους φύλλων (τόνοι/στρέμμα) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στο Βελεστίνο.

	3/7/2012	23/7/2012	7/8/2012	22/8/2012	8/9/2012	29/9/2012
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>						
I <sub>1</sub>	0.679	0.528 a	0.425 a	0.365 a	0.207 a	0.391
I <sub>2</sub>	0.702	0.581 b	0.719 b	0.791 b	0.948 b	0.502
Ε.Σ.Δ.	ns	0.0460	0.2440	0.1885	0.3489	ns
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>						
N <sub>1</sub>	0.713	0.572	0.646	0.612	0.523	0.449
N <sub>2</sub>	0.696	0.551	0.566	0.532	0.539	0.409
N <sub>3</sub>	0.648	0.539	0.516	0.566	0.631	0.419
N <sub>4</sub>	0.705	0.556	0.561	0.602	0.616	0.510
Ε.Σ.Δ.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>						
I <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	0.682	0.550	0.442	0.374	0.125	0.446 a
I <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	0.687	0.534	0.440	0.356	0.210	0.353 a
I <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	0.613	0.507	0.413	0.349	0.265	0.416 a
I <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	0.734	0.521	0.406	0.383	0.226	0.347 a
I <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	0.744	0.595	0.849	0.850	0.921	0.451 a
I <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	0.705	0.568	0.691	0.709	0.867	0.464 a
I <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	0.684	0.570	0.619	0.783	0.998	0.421 a
I <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	0.676	0.590	0.717	0.821	1.005	0.673 b
Ε.Σ.Δ	ns	ns	ns	ns	ns	0.1806
CV %	20.2	11.3	20.5	22.2	27.5	24.3

\* Duncan a, b

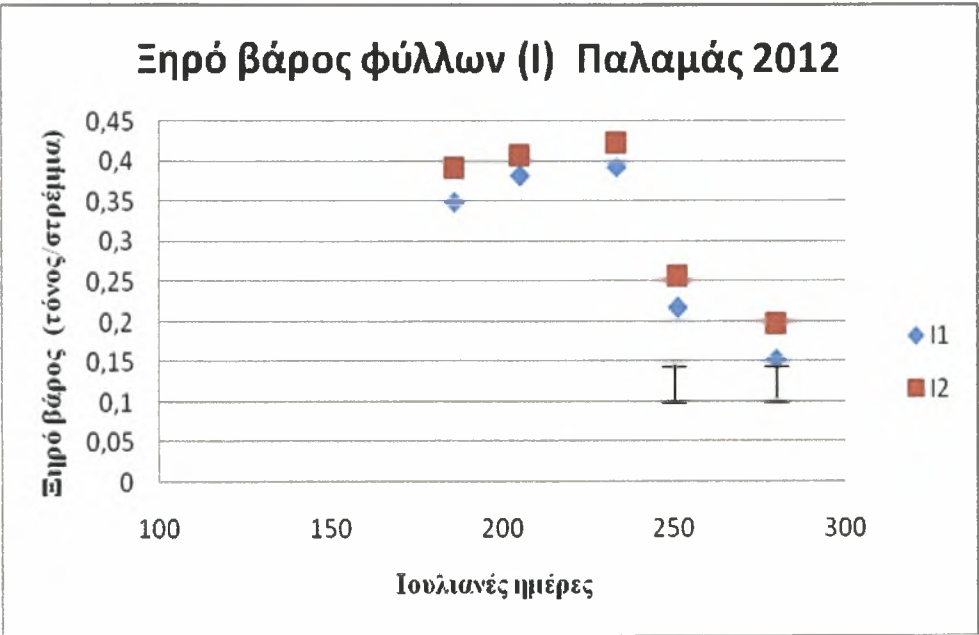
Όπως απεικονίζεται στους Πίνακες 3.1 και 3.2 η μέση χλωρή βιομάζα φύλλων ήταν μεγαλύτερη για την περιοχή του Παλαμά σε σύγκριση με αυτή του Βελεστίνου καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Όπως προαναφέρθηκε το μέγιστο χλωρό βάρος φύλλων (1,4 τόνοι/στρέμμα) σημειώθηκε στον Παλαμά στο τρίτο δεκαήμερο του Αυγούστου, ενώ το μικρότερο στο Βελεστίνο (0,12 τόνοι/στρέμμα) για τη μη αρδευόμενη μεταχείριση στις αρχές Σεπτεμβρίου. Ένας από τους παράγοντες που συντέλεσαν σε αυτό είναι η απουσία βροχόπτωσης για μεγάλο χρονικό διάστημα στην περιοχή του Βελεστίνου.



### 3.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ

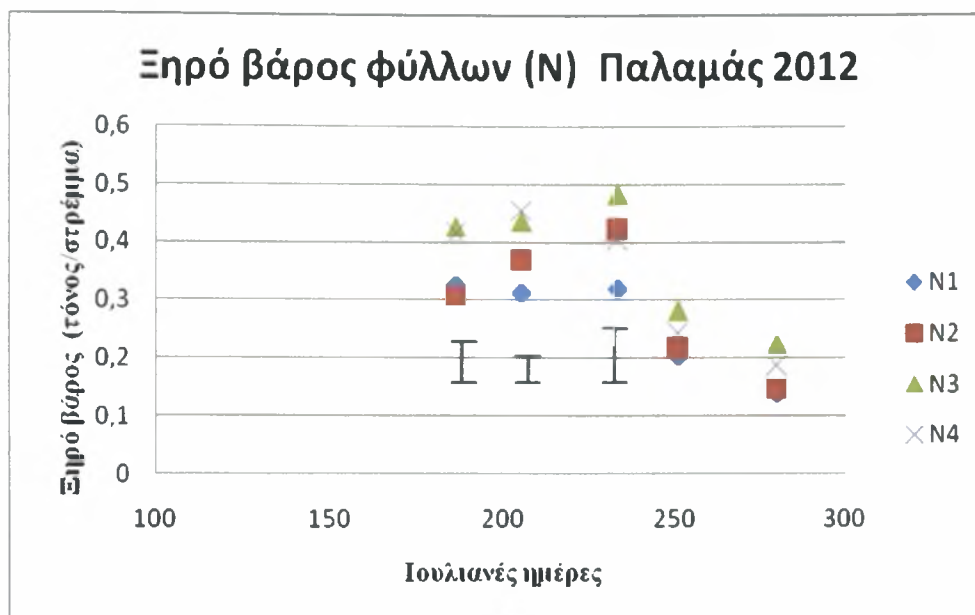
#### 3.3.1 ΠΑΛΑΜΑΣ

Στα Διαγράμματα 3.9 και 3.10 παρουσιάζεται η μεταβολή του ξηρού βάρους των φύλλων του φυτού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012 για δύο επίπεδα άρδευσης και τέσσερα επίπεδα λίπανσης ως προς τις Ιουλιανές μέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



**Διάγραμμα 3.9.** Ξηρό βάρος φύλλων για δύο επίπεδα άρδευσης  $I_1=0\text{mm}$  και  $I_2=250\text{mm}$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

Το ξηρό βάρος των φύλλων στην πρώτη κοπή κυμαινόταν από 0,3 έως 0,46 τόνους ανά στρέμμα. Στην τρίτη δειγματοληψία σημειώθηκε η μέγιστη απόδοση ξηρής βιομάζας φύλλων (0,56 τόνου/στρέμμα) για το αρδευόμενο κομμάτι της καλλιέργειας. Από εκεί και έπειτα παρατηρείται μείωση του ξηρού βάρους φύλλων με τη μικρότερη τιμή να σημειώνεται στην πέμπτη και τελική συγκομιδή (0,1 τόνου/στρέμμα; Πίν. 3.3)



**Διάγραμμα 3.10.** Ξηρό βάρος φύλλων για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

Ο ρυθμός ανάπτυξης του ξηρού βάρους των φύλλων ήταν από τη βλάστηση μέχρι την πρώτη δειγματοληψία 3-4,5 κιλά/ημέρα/στρέμμα. Μέχρι την τελική δειγματοληψία ο ρυθμός επήλθε σε χαμηλότερα επίπεδα και συγκεκριμένα στα 0,5-1,2 κιλά/ημέρα/στρέμμα.

Στον Πίνακα 3.3 φαίνεται ότι στον Παλαμά σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μεταβολή του ξηρού βάρους των φύλλων στην πρώτη, δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης, αλλά και στις δύο τελευταίες κοπές για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης (Πίν. 3.3).

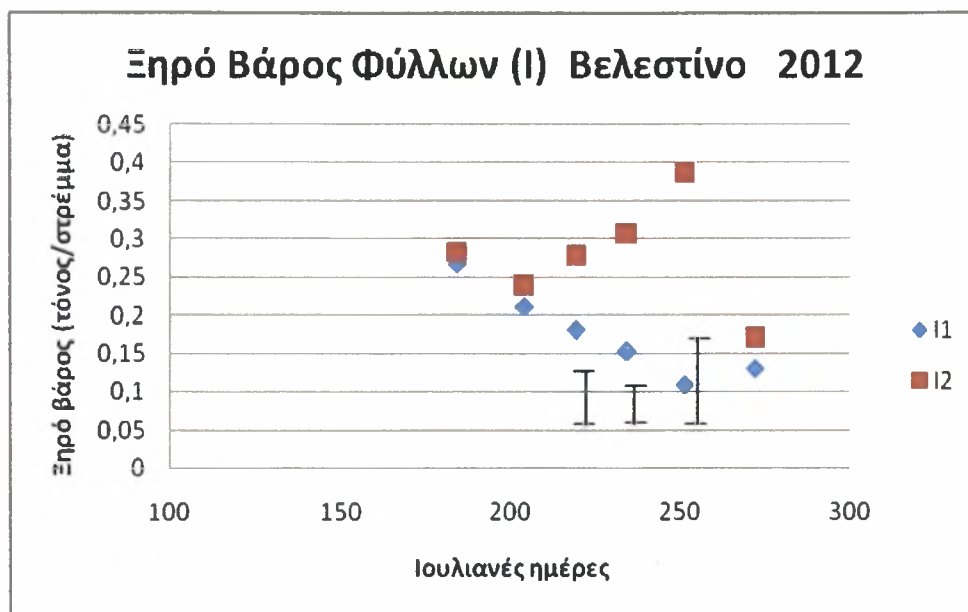
**Πίνακας 3.3.** Μέσοι όροι ξηρού βάρους φύλλων (τόνοι/στρέμμα) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στον Παλαμά.

	<u>5/7/2012</u>	<u>24/7/2012</u>	<u>21/8/2012</u>	<u>8/9/2012</u>	<u>7/10/2012</u>
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>					
<b>I1</b>	0.349	0.381	0.393	0.217 a	0.153 a
<b>I2</b>	0.390	0.406	0.422	0.255 b	0.196 b
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	ns	0.0280	0.0271
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>					
<b>N1</b>	0.328 ab	0.312 a	0.320 a	0.204	0.139
<b>N2</b>	0.309 a	0.368 a	0.422 b	0.217	0.148
<b>N3</b>	0.428 c	0.436 b	0.483 b	0.282	0.225
<b>N4</b>	0.415 bc	0.456 b	0.404 ab	0.242	0.187
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	0.0991	0.0663	0.1058	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>					
<b>I1N1</b>	0.307	0.290	0.336	0.190	0.104
<b>I1N2</b>	0.315	0.362	0.414	0.203	0.159
<b>I1N3</b>	0.410	0.385	0.405	0.236	0.209
<b>I1N4</b>	0.366	0.485	0.418	0.241	0.140
<b>I2N1</b>	0.349	0.335	0.304	0.218	0.174
<b>I2N2</b>	0.303	0.374	0.429	0.232	0.137
<b>I2N3</b>	0.446	0.487	0.562	0.328	0.240
<b>I2N4</b>	0.463	0.428	0.391	0.243	0.234
<b>Ε.Σ.Δ</b>	ns	ns	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	25.5	16.0	24.7	31.4	49.5

\* Duncan a, b, c

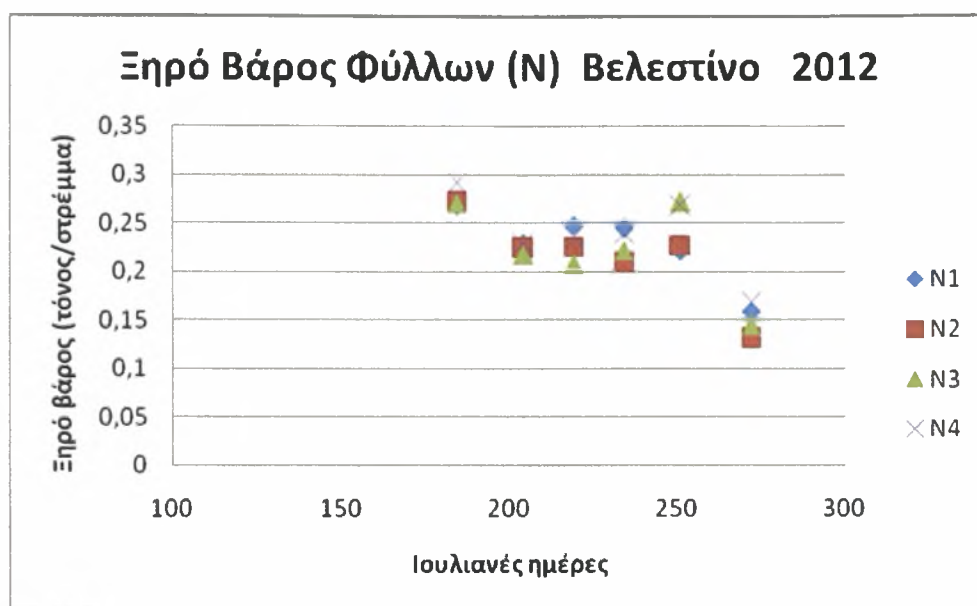
### 3.3.2 ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ

Στα Διαγράμματα 3.11 και 3.12 παρουσιάζεται η μεταβολή του ξηρού βάρους των φύλλων του φυτού κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012 για δύο επίπεδα άρδευσης και τέσσερα επίπεδα λίπανσης ως προς τις Ιουλιανές μέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



**Διάγραμμα 3.11.** Ξηρό βάρος φύλλων για δύο επίπεδα άρδευσης  $I_1=0\text{mm}$  και  $I_2=250\text{mm}$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Το ξηρό βάρος των φύλλων στην πρώτη δειγματοληψία κυμάνθηκε περί τους 0,25-0,3 τόνους/στρέμμα, ενώ στην τρίτη και τέταρτη κοπή, 0,17-0,31 τόνους/στρέμμα και 0,14-0,33 τόνους/στρέμμα αντίστοιχα. Στην επόμενη κοπή που πραγματοποιήθηκε κατά το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου σημειώθηκαν συγχρόνως η μέγιστη (0,41 τόνοι/στρέμμα) και η ελάχιστη τιμή (0,06 τόνοι/στρέμμα) ξηρής βιομάζας φύλλων για την αρδευόμενη και ξερική μεταχείριση αντίστοιχα. Τέλος, στην έκτη κοπή οι τιμές που σημειώθηκαν κυμαίνονται στους 0,11-0,22 τόνους/στρέμμα (Πίν. 3.4).



**Διάγραμμα 3.12.** Ξηρό βάρος φύλλων για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Ο ρυθμός ανάπτυξης του ξηρού βάρους των φύλλων από τη βλάστηση μέχρι και την πρώτη δειγματοληψία είναι 3 κιλά/ημέρα/στρέμμα και μέχρι την έκτη και τελευταία συγκομιδή μειώνεται στα 0,7- 1,24 κιλά/ημέρα/στρέμμα.

Στον παρακάτω Πίνακα (3.4) παρατηρούμε ότι σημειώθηκαν σημαντικές στατιστικά διαφορές από τη τρίτη έως και την πέμπτη κοπή για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και στην έκτη κοπή για την αλληλεπίδραση άρδευσης-λίπανσης.

**Πίνακας 3.4.** Μέσοι όροι ξηρού βάρους φύλλων (τόνοι/στρέμμα) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στο Βελεστίνο.

	<u>3/7/2012</u>	<u>23/7/2012</u>	<u>7/8/2012</u>	<u>22/8/2012</u>	<u>8/9/2012</u>	<u>29/9/2012</u>
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>						
<b>I<sub>1</sub></b>	0.2677	0.2112	0.1805 a	0.1526 a	0.109 a	0.1304
<b>I<sub>2</sub></b>	0.2833	0.2384	0.2774 b	0.3050 b	0.386 b	0.1703
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	0.07221	0.06612	0.1463	ns
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>						
<b>N<sub>1</sub></b>	0.2683	0.2277	0.2480	0.2447	0.222	0.1590
<b>N<sub>2</sub></b>	0.2714	0.2238	0.2256	0.2090	0.227	0.1306
<b>N<sub>3</sub></b>	0.2712	0.2174	0.2076	0.2216	0.272	0.1441
<b>N<sub>4</sub></b>	0.2909	0.2302	0.2347	0.2397	0.268	0.1677
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>						
<b>I<sub>1</sub>N<sub>1</sub></b>	0.2570	0.2165	0.1875	0.1530	0.060	0.1654 a
<b>I<sub>1</sub>N<sub>2</sub></b>	0.2758	0.2161	0.1780	0.1469	0.110	0.1111 a
<b>I<sub>1</sub>N<sub>3</sub></b>	0.2588	0.2025	0.1744	0.1466	0.132	0.1347 a
<b>I<sub>1</sub>N<sub>4</sub></b>	0.2790	0.2095	0.1822	0.1637	0.132	0.1106 a
<b>I<sub>2</sub>N<sub>1</sub></b>	0.2796	0.2389	0.3085	0.3363	0.385	0.1527 a
<b>I<sub>2</sub>N<sub>2</sub></b>	0.2671	0.2315	0.2732	0.2712	0.344	0.1502 a
<b>I<sub>2</sub>N<sub>3</sub></b>	0.2836	0.2322	0.2407	0.2965	0.413	0.1536 a
<b>I<sub>2</sub>N<sub>4</sub></b>	0.3028	0.2509	0.2872	0.3158	0.404	0.2248 b
<b>Ε.Σ.Δ</b>	ns	ns	ns	ns	ns	0.05741
<b>CV %</b>	17.5	11.4	17.7	24.7	29.1	26.2

\* Duncan a, b

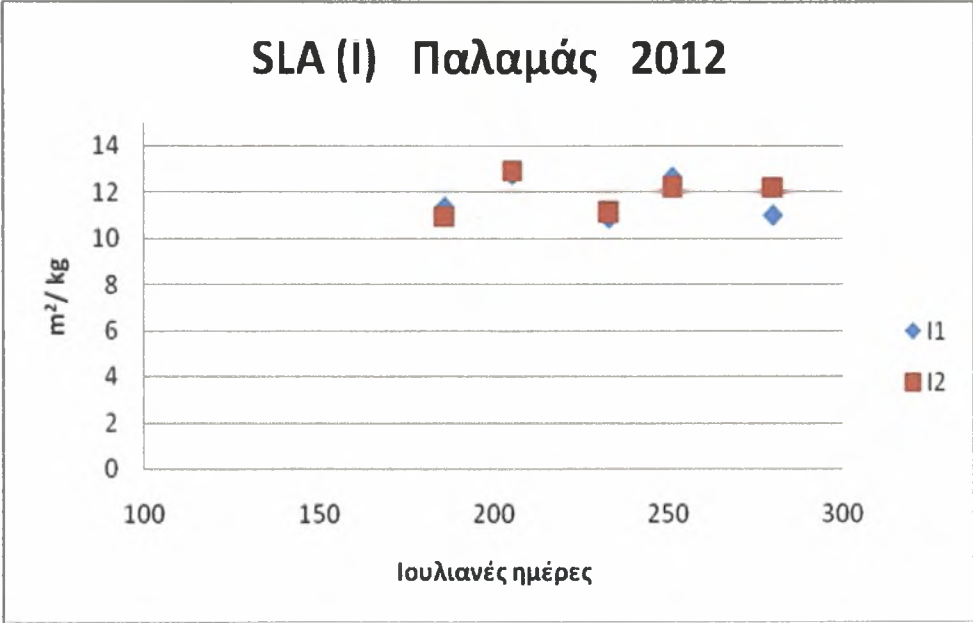
Όπως απεικονίζεται στους Πίνακες 3.3 και 3.4 η μέση ξηρή βιομάζα φύλλων ήταν υψηλότερη για την περιοχή του Παλαμά σε σύγκριση με αυτή του Βελεστίου καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Όπως προαναφέρθηκε το μέγιστο ξηρό βάρος φύλλων (0,56 τόνοι/στρέμμα) σημειώθηκε στον Παλαμά κατά το τρίτο δεκαήμερο του Αυγούστου, ενώ το μικρότερο στο Βελεστίνο (0,06 τόνοι/στρέμμα) για τη μη αρδευόμενη μεταχείριση στις αρχές Σεπτεμβρίου. Ένας από τους παράγοντες που πιθανόν να συντέλεσαν σε αυτό είναι η απουσία βροχόπτωσης για μεγάλο χρονικό διάστημα στην περιοχή του Βελεστίου.



3.4 ΕΙΔΙΚΗ ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

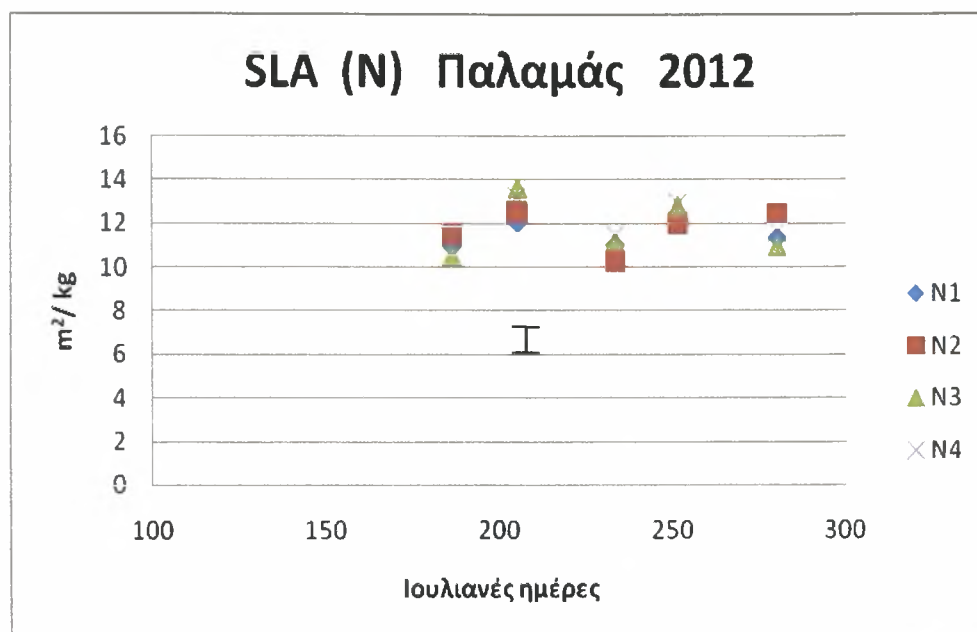
3.4.1 SLA ΚΑΙ LAI ΣΤΟΝ ΠΑΛΑΜΑ

Στα Διαγράμματα 3.13 και 3.14 παρουσιάζεται η μεταβολή της ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA) των φυτών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012 στον Παλαμά, για τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και δύο επίπεδα άρδευσης προς τις Ιουλιανές ημέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



Διάγραμμα 3.13. Μεταβολή της SLA για δύο επίπεδα άρδευσης I<sub>1</sub>=0mm και I<sub>2</sub>=250mm την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

Όπως παρατηρούμε στα Διαγράμματα 3.13 και 3.14 η ειδική φυλλική επιφάνεια διατήρησε σχετικά σταθερές τιμές από τις αρχές του Ιουλίου έως και τις αρχές Οκτωβρίου. Πιο συγκεκριμένα, στις αρχές Ιουλίου σημειώθηκε σχεδόν ίσο ξηρό βάρος φύλλων τόσο στο ξηρικό όσο και στο αρδευόμενο κομμάτι καλλιέργειας, με τιμές να κυμαίνονται στα 10,11-11,6 m<sup>2</sup>/kg στην πρώτη κοπή. Στη συνέχεια αυξάνεται λίγο λόγω άνοδο της θερμοκρασίας και στο τρίτο δεκαήμερο του Ιουλίου σημειώθηκε η μέγιστη SLA για το αρδευόμενο κομμάτι της καλλιέργειας με τιμή 14 m<sup>2</sup>/kg. Μέσα στους επόμενους μήνες και μέχρι τον Οκτώβριο στην έκτη δειγματοληψία, φαίνεται πως υπάρχει μικρή μείωση των τιμών (10,4-13,5 m<sup>2</sup>/kg) λόγω της ξηρασίας των φύλλων (Πίν. 3.5).



**Διάγραμμα 3.14.** Μεταβολή της SLA για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

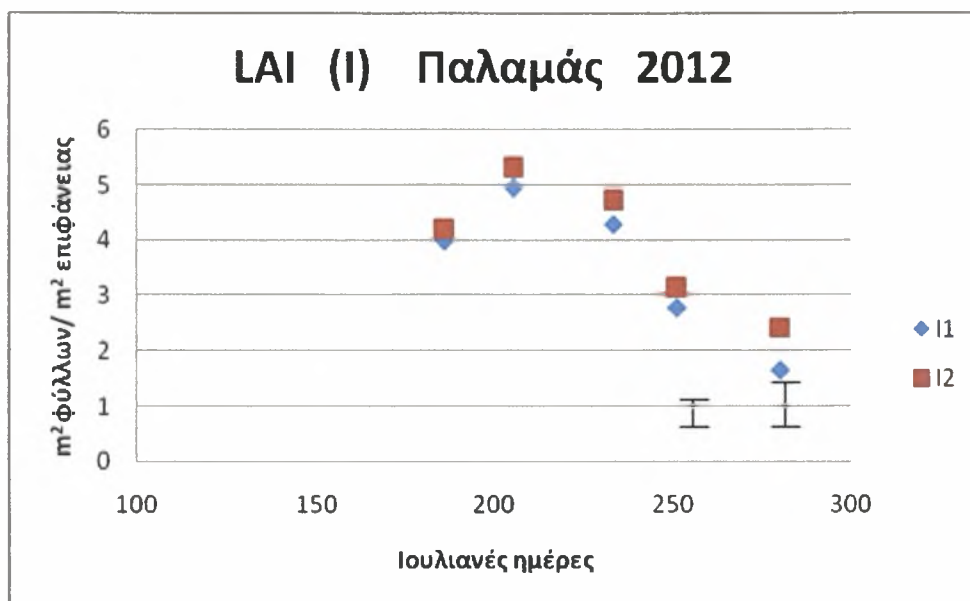
Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι στον Παλαμά παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στη δεύτερη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης. (Πίν. 3.5)

**Πίνακας 3.5.** Μεταβολή SLA ( $m^2/kg$ ) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στον Παλαμά.

	<u>5/7/2012</u>	<u>24/7/2012</u>	<u>21/8/2012</u>	<u>8/9/2012</u>	<u>7/10/2012</u>
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>					
<b>I<sub>1</sub></b>	11.33	12.76	10.86	12.68	10.97
<b>I<sub>2</sub></b>	10.96	12.94	11.11	12.18	12.22
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>					
<b>N<sub>1</sub></b>	10.95	12.08 a	11.03	12.08	11.36
<b>N<sub>2</sub></b>	11.48	12.50 a	10.28	11.98	12.45
<b>N<sub>3</sub></b>	10.53	13.64 b	11.24	12.79	10.99
<b>N<sub>4</sub></b>	11.62	13.19 ab	11.39	12.87	11.59
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	0.966	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>					
<b>I<sub>1</sub>N<sub>1</sub></b>	11.62	11.70	10.86	12.72	11.13
<b>I<sub>1</sub>N<sub>2</sub></b>	10.92	12.94	10.41	12.60	11.40
<b>I<sub>1</sub>N<sub>3</sub></b>	10.95	13.28	10.92	12.71	10.95
<b>I<sub>1</sub>N<sub>4</sub></b>	11.84	13.11	11.24	12.68	10.42
<b>I<sub>2</sub>N<sub>1</sub></b>	10.29	12.45	11.20	11.44	11.60
<b>I<sub>2</sub>N<sub>2</sub></b>	12.04	12.05	10.15	11.37	13.50
<b>I<sub>2</sub>N<sub>3</sub></b>	10.11	13.99	11.57	12.86	11.02
<b>I<sub>2</sub>N<sub>4</sub></b>	11.39	13.28	11.54	13.05	12.77
<b>Ε.Σ.Δ</b>	ns	ns	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	13.8	7.2	9.8	9.0	15.3

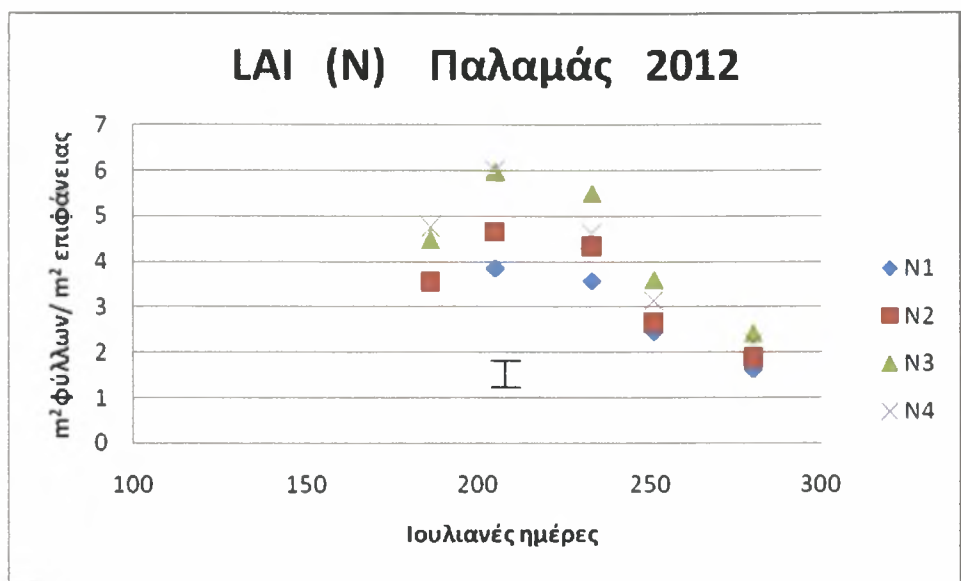
\* Duncan a, b

Στα Διαγράμματα 3.15 και 3.16 παρουσιάζεται η μεταβολή του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) των φυτών της καλλιεργητικής περιόδου 2012 στον Παλαμά, για τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και δύο επίπεδα άρδευσης προς τις Ιουλιανές ημέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



**Διάγραμμα 3.15.** Μεταβολή του LAI για δύο επίπεδα άρδευσης  $I_1=0\text{mm}$  και  $I_2=250\text{mm}$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

Στα Διαγράμματα 3.15 και 3.16 φαίνεται ότι ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας του φυτού σημείωσε τις υψηλότερες τιμές στο τρίτο δεκαήμερο του Ιουλίου. Στην πρώτη κοπή, οι τιμές του LAI που καταγράφηκαν κυμαίνονταν από 3,4 έως 5,15 ( $\text{m}^2$  φύλλων/ $\text{m}^2$  επιφάνειας) και μέχρι το τέλος του ίδιου μήνα αυξήθηκε, σημειώνοντας στη δεύτερη δειγματοληψία τη μέγιστη τιμή όπως προαναφέρθηκε, ( $6,34 \text{ m}^2$  φύλλων/ $\text{m}^2$  επιφάνειας). Στη συνέχεια και μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία παρατηρούμε ότι ο LAI κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα με τη μικρότερη τιμή να σημειώνεται στις αρχές του Οκτωβρίου και να είναι ίση με 1,13 ( $\text{m}^2$  φύλλων/ $\text{m}^2$  επιφάνειας) λόγω της ξήρανσης των φύλλων (Πίν 3.6).



Διάγραμμα 3.16. Μεταβολή του LAI για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στον Παλαμά Καρδίτσας.

Επιπλέον, όσον αφορά τη μεταβολή του LAI καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη δεύτερη κοπή για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης και στην τέταρτη και πέμπτη κοπή για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης.

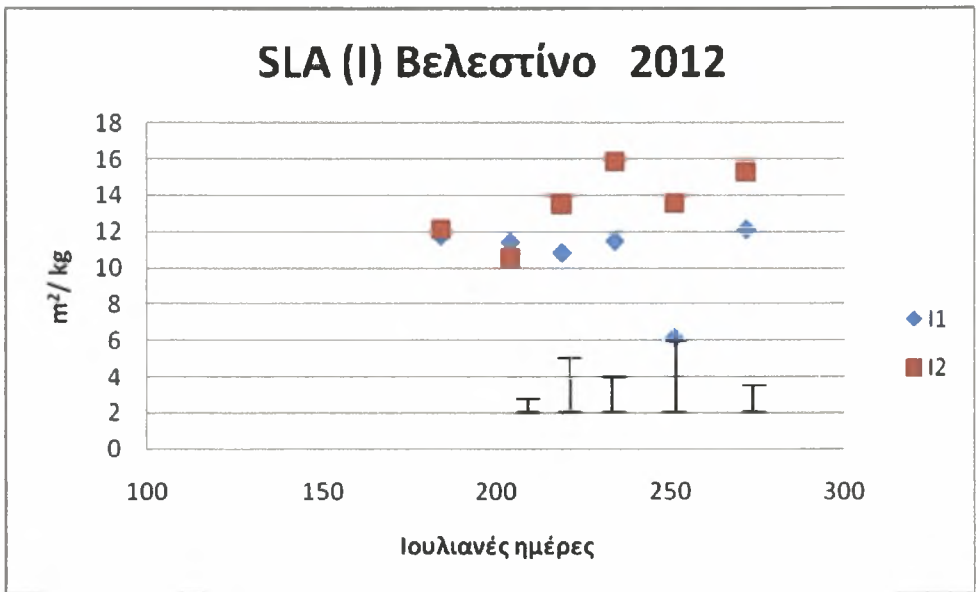
Πίνακας 3.6. Μεταβολή LAI ( $m^2$  φύλλων/ $m^2$  επιφάνειας) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στον Παλαμά.

	5/7/2012	24/7/2012	21/8/2012	8/9/2012	7/10/2012
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>					
$I_1$	3.98	4.95	4.29	2.78 a	1.65 a
$I_2$	4.18	5.30	4.70	3.13 b	2.42 b
Ε.Σ.Δ.	ns	ns	ns	0.108	0.310
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>					
$N_1$	3.58	3.85 a	3.57	2.45	1.62
$N_2$	3.54	4.66 a	4.32	2.64	1.86
$N_3$	4.48	5.96 b	5.50	3.60	2.43
$N_4$	4.73	6.03 b	4.59	3.12	2.23
Ε.Σ.Δ.	ns	1.067	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>					
$I_1N_1$	3.64	3.54	3.73	2.40	1.13
$I_1N_2$	3.48	4.80	4.33	2.64	1.80
$I_1N_3$	4.48	5.12	4.45	2.99	2.25
$I_1N_4$	4.32	6.34	4.66	3.08	1.40
$I_2N_1$	3.52	4.17	3.40	2.50	2.10
$I_2N_2$	3.59	4.52	4.31	2.65	1.91
$I_2N_3$	4.47	6.81	6.55	4.21	2.61
$I_2N_4$	5.15	5.73	4.52	3.17	3.06
Ε.Σ.Δ	ns	ns	ns	ns	ns
CV %	24.5	19.8	28.3	34.1	47.2

\* Duncan a, b

3.4.2 SLA ΚΑΙ LAΙ ΣΤΟ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ

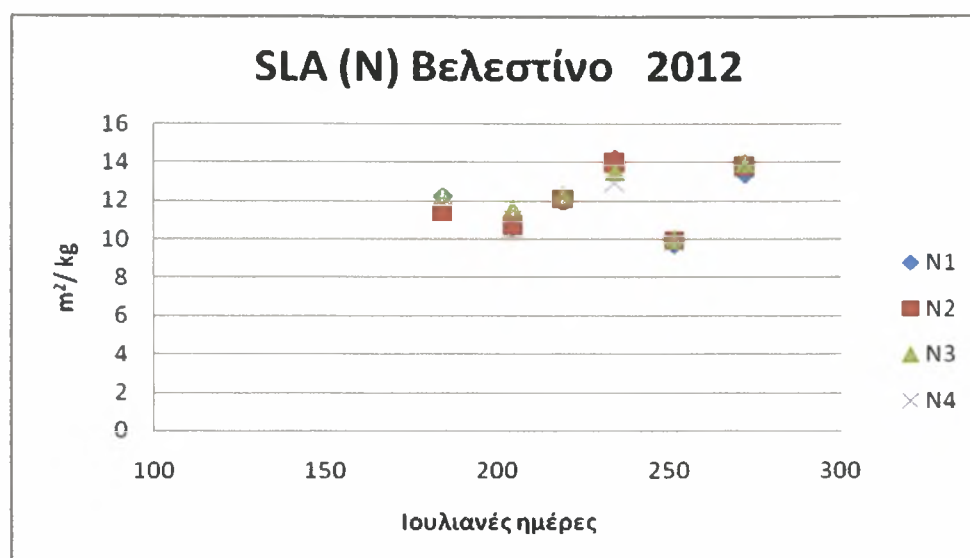
Στα Διαγράμματα 3.17 και 3.18 παρουσιάζεται η μεταβολή της ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA) των φυτών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2012 στο Βελεστίνο , για τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και δύο επίπεδα άρδευσης προς τις Ιουλιανές ημέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



Διάγραμμα 3.17. Μεταβολή της SLA για δύο επίπεδα άρδευσης I<sub>1</sub>=0mm και I<sub>2</sub>=250mm την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Όπως φαίνεται στα Διαγράμματα 3.17 και 3.18 οι μέγιστες τιμές της ειδικής φυλλικής επιφάνειας σημειώθηκαν κατά το τρίτο δεκαήμερο του Αυγούστου. Αναλυτικότερα, στις αρχές του Ιουλίου (3/7/2012) οι τιμές της SLA κυμαίνονταν στα 10,7- 12,5 m²/kg. Στη συνέχεια, η SLA αυξήθηκε σημειώνοντας μέγιστη τιμή στα 16,6 m²/kg στην τέταρτη δειγματοληψία. Τέλος, στην έκτη συγκομιδή οι τιμές της SLA που καταγράφηκαν ήταν από 10,8 m²/kg έως 15,95 m²/kg λόγω της ξήρανσης των φύλλων και πτώσεως αυτών (Πίν. 3.7).





Διάγραμμα 3.18. Μεταβολή της SLA για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

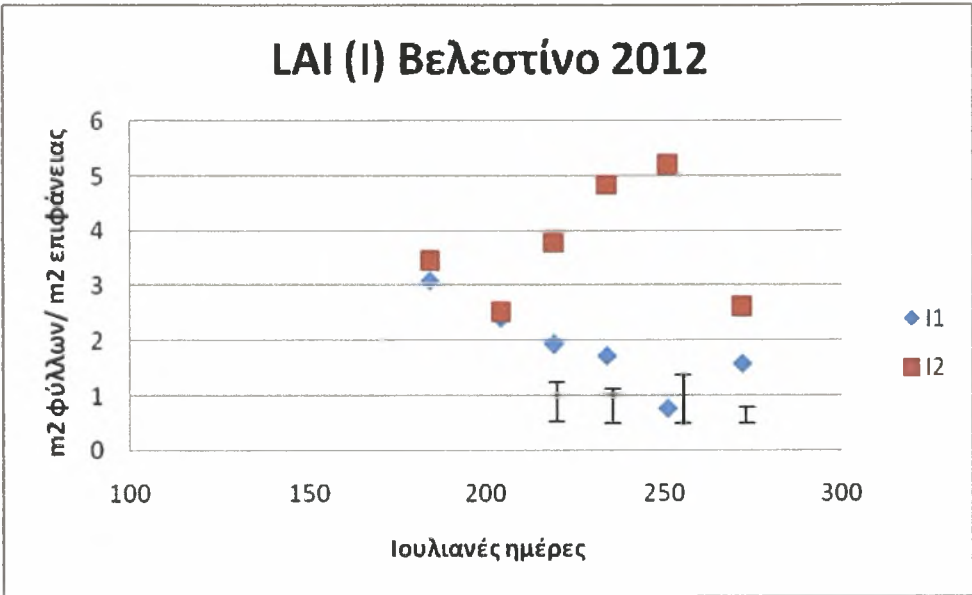
Σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα, παρατηρήθηκαν σημαντικές στατιστικά διαφορές σε όλες τις κοπές με εξαίρεση την πρώτη για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης, και μόνο για την τρίτη κοπή για την αλληλεπίδραση άρδευσης-λίπανσης.

Πίνακας 3.7. Μεταβολή SLA ( $m^2/kg$ ) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στο Βελεστίνο.

	3/7/2012	23/7/2012	7/8/2012	22/8/2012	8/9/2012	29/9/2012
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>						
$I_1$	11.73	11.40 b	10.79 a	11.46 a	6.17 a	12.10 a
$I_2$	12.13	10.56 a	13.48 b	15.87 b	13.59 b	15.31 b
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	0.486	2.402	2.009	3.635	0.636
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>						
$N_1$	12.21	10.63	11.95	14.25	9.70	13.38
$N_2$	11.42	10.69	12.12	13.94	9.97	13.78
$N_3$	12.23	11.59	12.30	13.53	9.98	13.95
$N_4$	11.87	11.02	12.17	12.95	9.87	13.71
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>						
$I_1N_1$	12.32	11.05	9.68 a	11.85	4.84	10.81
$I_1N_2$	10.72	11.13	10.80 ab	11.49	5.86	11.63
$I_1N_3$	12.64	11.96	10.85 ab	11.64	6.79	13.90
$I_1N_4$	11.24	11.44	11.82 abc	10.84	7.19	12.05
$I_2N_1$	12.11	10.21	14.22 d	16.64	14.56	15.95
$I_2N_2$	12.11	10.24	13.43 cd	16.38	14.07	15.92
$I_2N_3$	11.81	11.21	13.76 cd	15.41	13.18	14.00
$I_2N_4$	12.50	10.60	12.53 bcd	15.06	12.54	15.37
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	2.301	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	2.908	10.2	9.1	13.1	21.6	14.0

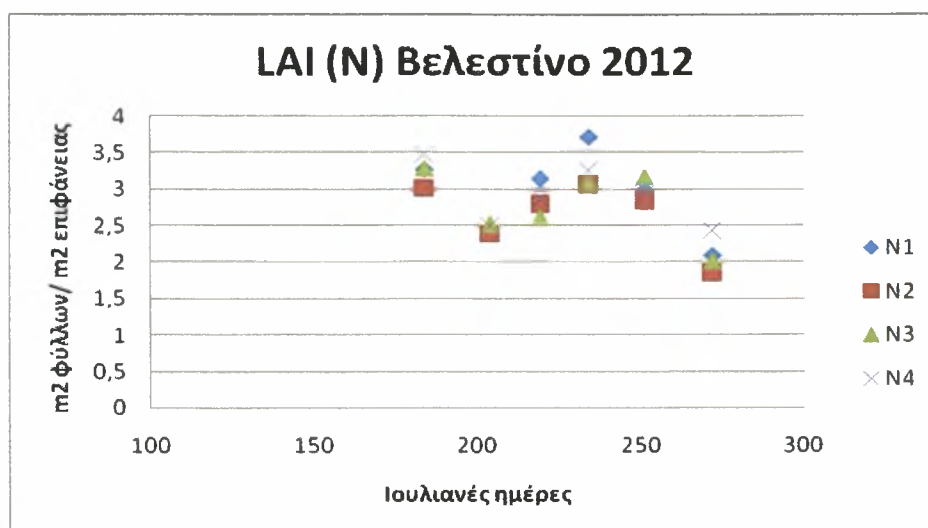
\* Duncan a, b, c, d

Στα Διαγράμματα 3.19 και 3.20 παρουσιάζεται η μεταβολή του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) των φυτών της καλλιεργητικής περιόδου 2012 στο Βελεστίνο , για τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης και δύο επίπεδα άρδευσης προς τις Ιουλιανές ημέρες (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α).



**Διάγραμμα 2.19.** Μεταβολή του LAI για δύο επίπεδα άρδευσης  $I_1=0\text{mm}$  και  $I_2=250\text{mm}$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Στην πρώτη δειγματοληψία ο LAI κυμαίνεται από 2,9 έως 3,84 m<sup>2</sup> φύλλων/m<sup>2</sup> επιφάνειας. Η μέγιστη τιμή (5.62 m<sup>2</sup> φύλλων/m<sup>2</sup> επιφάνειας) σημειώθηκε στην τέταρτη κοπή στο τρίτο δεκαήμερο του Αυγούστου. Στην τελευταία κοπή ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας έλαβε τιμές από 1,3 έως 3,5 m<sup>2</sup> φύλλων/m<sup>2</sup> επιφάνειας λόγω της ξήρανσης των φύλλων (Πίν. 3.8).



Διάγραμμα 3.20. Μεταβολή του LAI για τέσσερα επίπεδα λίπανσης  $N_1=0$ ,  $N_2=8$ ,  $N_3=16$ ,  $N_4=24$  την καλλιεργητική περίοδο 2012 στο Βελεστίνο Μαγνησίας.

Για τον LAI παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από την τρίτη έως και την τελευταία δειγματοληψία για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης. Στα επίπεδα λίπανσης και αλληλεπίδρασης άρδευσης-λίπανσης δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 3.8. Μεταβολή LAI ( $m^2$  φύλλων/ $m^2$  επιφάνειας) για τα 2 διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και 4 διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στο Βελεστίνο.

	3/7/2012	23/7/2012	7/8/2012	22/8/2012	8/9/2012	29/9/2012
<b>Επίπεδα άρδευσης</b>						
$I_1$	3.09	2.405	1.93 a	1.72 a	0.77 a	1.58 a
$I_2$	3.44	2.507	3.78 b	4.84 b	5.19 b	2.60 b
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	1.458	1.267	1.583	0.547
<b>Επίπεδα λίπανσης</b>						
$N_1$	3.27	2.413	3.14	3.72	2.98	2.09
$N_2$	3.02	2.393	2.79	3.06	2.83	1.84
$N_3$	3.29	2.512	2.61	3.09	3.18	2.01
$N_4$	3.48	2.506	2.87	3.25	2.94	2.42
<b>Ε.Σ.Δ.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Αλληλεπίδραση</b>						
$I_1N_1$	3.13	2.400	1.80	1.81	0.39	1.80
$I_1N_2$	2.89	2.409	1.91	1.66	0.87	1.29
$I_1N_3$	3.25	2.416	1.88	1.66	0.88	1.88
$I_1N_4$	3.11	2.395	2.11	1.76	0.95	1.36
$I_2N_1$	3.40	2.427	4.48	5.62	5.58	2.38
$I_2N_2$	3.16	2.377	3.67	4.47	4.79	2.39
$I_2N_3$	3.34	2.609	3.33	4.53	5.48	2.13
$I_2N_4$	3.84	2.616	3.63	4.74	4.93	3.49
<b>Ε.Σ.Δ</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>CV %</b>	19.1	14.4	20.7	27.2	36.0	32.6

\* Duncan a, b

Συγκρίνοντας τους Πίνακες 3.5-3.6 και τους 3.7-3.8 συμπεραίνουμε τα εξής: Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) ήταν υψηλότερη για την περιοχή του Βελεστίνου σε σύγκριση με αυτή του Παλαμά, ενώ ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) ήταν μεγαλύτερος στον Παλαμά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 4.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπεραίνουμε ότι οι αποδόσεις της καλλιέργειας του switchgrass στον Παλαμά ήταν πάντοτε μεγαλύτερες σε σχέση με εκείνες του Βελεστίου. Συγκεκριμένα, η χλωρή βιομάζα φύλλων έφτασε περί τους 1,4 τόνους/στρέμμα στον Παλαμά, ενώ στο Βελεστίνο παρέμεινε σε χαμηλότερα επίπεδα (1 τόνος/στρέμμα), δηλαδή περί το 40% μεγαλύτερη παραγωγή. Επιπλέον, το ξηρό βάρος φύλλων σημείωσε μέγιστη τιμή 0,56 τόνους/στρέμμα στον Παλαμά και 0,41 τόνους/στρέμμα στο Βελεστίνο. Τόσο το χλωρό όσο και το ξηρό βάρος των φύλλων επηρεάστηκε από την άρδευση και στις δύο περιοχές. Η επίδραση του παράγοντα της άρδευσης ήταν μεγαλύτερη για την περιοχή του Βελεστίου (περιοχή με μικρότερη εδαφική υγρασία) αποδεικνύοντας ότι η καλλιέργεια του switchgrass χρειάζεται συγκεκριμένη ποσότητα νερού για να καταστεί αποδοτική. Εφόσον καλύψει τις ανάγκες του σε νερό, τότε και μόνο τότε πιθανόν να παρατηρηθούν διαφορές από τον παράγοντα τις Ν-ούχου λίπανσης, όπως συνέβη στον Παλαμά.

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA), όπως και όλα τα χαρακτηριστικά (βάρος, ύψος κ.τ.λ.) επηρεάστηκε από την άρδευση στο Βελεστίνο, σημειώνοντας μέγιστη τιμή 16,6 m<sup>2</sup>/kg, ενώ στον Παλαμά κυμάνθηκε περί τα 14 m<sup>2</sup>/kg. Από την άλλη πλευρά, ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας (LAI) σημείωσε μεγαλύτερες τιμές στον Παλαμά απ' ότι στο Βελεστίνο, περί τα 6,34 (m<sup>2</sup> φύλλων/m<sup>2</sup> επιφάνειας) και 5,62 (m<sup>2</sup> φύλλων/m<sup>2</sup> επιφάνειας) αντίστοιχα, με τον παράγοντα της άρδευσης να επηρεάζει και τις δύο περιοχές.

Σαν γενικό συμπέρασμα προκύπτει ότι η καλλιέργεια του switchgrass αποτελεί μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση στο αδιέξοδο των Θεσσαλών παραγωγών (κυρίως της Ανατολικής Θεσσαλίας) και προτείνεται ανεπιφύλακτα για την ένταξή του στο μελλοντικό γεωργικό σχεδιασμό και την αναδιάρθρωση της γεωργικής πολιτικής.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Χρήστου Μ., Αλεξοπούλου Ε., Μαρδίκης Μ. (2006). Ενεργειακές καλλιέργειες Προοπτικές διείσδυσης στην γεωργία, Τμήμα βιομάζας Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα.
- Χρήστου Μ., Αλεξοπούλου Ε., Μαρδίκης Μ., Ναματόβ Ε. (2005). Προοπτικές διείσδυσης των ενεργειακών καλλιεργειών στην ελληνική γεωργία. Πρακτικά 3<sup>ου</sup> εθνικού συνεδρίου για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, Αθήνα.

### ΛΙΕΘΝΗΣ

- Alexopoulou E. and Sharma N., Papatheohari Y., (2008). Biomass yields for upland and lowland switchgrass varieties grown in the mediterranean region. Biomass and Bioenergy, 32:926-930.
- Christian D.G., Riche A.B., Yates N.E. (2002)., The yield and composition of switchgrass and coastal panic grass grown as a biofuel in Southern England. Biosource Technology, 88:115-124
- Christou M., Fernandez J., Gosse G., Venturi G., Bridgwater A., Scheurlen K., Obernberger I., Van be Beld B., Soldatos P, Reinhardt G., (2005). Bioenergy chains from perennial crops in South Europe. Proceedings of the Proceedings of the 12<sup>th</sup> European Biomass Conference, 1:338.
- Di Virgilio Nicola, Monti Andrea, Venturi Gianpietro (2007)., Spatial variability of switchgrass (*Panicum Virgatum* L.) yield as related to soil paraments in a small field. Field crops Research. 101:232-239
- Elbersen H. W., Christian D. G., Bassem N. E., Yates N. E., Bacher W., Sauerbeck G., Alexopoulou E., Sharma N., Piscioneri I., Visser P., Van Den Berg D., (2001). Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe, Research project.
- Guretzky J., Butler T., Bouton J., Owens V. and Boe A., (2009). Planting and Managing Switchgrass as a Dedicated Energy Crop. Blade Energy Crops, 6: 515-535.
- Lawrence J., Cherney J., Barney P. and Ketterings Q., (2006). Establishment and Management of Switchgrass. Agronomy Fact Sheet Series. Fact Sheet 20. Cornell University Cooperative Extension.
- Lee D.K., Doolittle J.J., Owens V.N. (2007). Soil carbon dioxide fluxes in established switchgrass land managed for biomass production. Soil Biology and Biochemistry. 39:178-186
- Lewandowski I. and Kicherer A. (1997). Combustion quality of biomass: Practical relevance and experiments to modify the biomass quality of Miscanthus x giganteus. European Journal of Agronomy, 6:163-177.

- Lewandowski I., Scurlock J.O., Lindvall E. and Christou M. (2003). The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe, *Biomass and Bioenergy*, 25:335-361
- McLaughlin S.B., Bouton J., Bransby D., Conger B.V., Ocumpaugh W.R., Parrish D.J., Taliaferro C., Vogel K.P., Wulschleger S.D., (1999). Developing switchgrass as a bioenergy crop. *Perspectives on New Crops and New Uses*, 282-299.
- McLaughlin S.B., Kszos L.A. (2005)., Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States. *Biomass and Bioenergy*, 25:515-535.
- McLaughlin, S.B., De La Torre Ugarte D.G., Garten C.T., Lynd L.R., Sanderson M.A., Tolbert, V.R., Wolf, D.D., (2002). High-value renewable energy from prairie grasses. *Environmental Science and Technology*, 36:2122-2129.
- Miles T.R., Miles Jr., Baxter L.L., Bryers R.W., Jenkins B.M, Oden L.L. (1996)., Boiler deposits from firing biomass fuels. *Biomass Bioenergy*, 10:125-138.
- Monti A., Venturi P., Elbersen H.W (2001). Evaluation of the establishment of lowland and upland switchgrass (*Panicum Virgatum L.*) varieties under different tillage and seeded conditions in Northern Italy. *Soil and Tillage Research*. 63:75-83
- Parrish D., Fike J., (2005). The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24: 423–459.
- Porter J.C.L., (1966). An analysis of variation between upland and lowland switchgrass, *Panicum virgatum* L., in Central Oklahoma. *Ecology*, 47: 980–992.
- Ray Smith S., Schwer L., Keene T., Sena K., (2013). Switchgrass for biomass. Production in Kentucky. Department of Plant and Soil Sciences. Cooperative extension service. University of Kentucky-college of agriculture.
- Rinehart L., (2006). Switchgrass as a Bioenergy Crop. National Center for Appropriate Technology (NCAT). A Publication of ATTRA-National Sustainable Agriculture Information Service.
- Saderson M.A., Reed R.L., McLaughlin S.B., Wulschleger S.D., Conger B.V., Parrish D.J, (1996). Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. *Bioenergy Technology*, 56:83–93.
- Samson, R., (2007). Switchgrass Production in Ontario: A Management Guide.
- Sector, Bob, (2006). Plentiful switchgrass emerges as breakthrough biofuel. The San Diego Union-Tribune. Retrieved 2008-05-24.
- Sharma N., Piscioneri I., Pignatelli V. (2003)., An evaluation of biomass yield stability of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) cultivars. *Energy Conversion and Management*, 44: 2953-2958.
- Silver, Tanya, (2000). *Panicum virgatum* L., Switchgrass, prairie switchgrass, tall panic grass. Rangeland Ecosystems & Plants Fact Sheets. University of Saskatchewan Department of Plant Sciences, 27:12-28.

## ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ

ΚΑΠΕ, (2005). Βιομάζα. Τομέας βιομάζας. <http://www.cres.gr>.

### Πηγές φωτογραφιών

[1]<https://www.google.gr/search?q=switchgrass&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=WTuUo24KsTxxOevloCYDA&ved=0CAcOAUoAO&biw=1280&bih=699#q=switchgrass+root&tbm=isch&facrc=&imgdii=&imgrc=kUATsIHTO1O4M%253A%3BwM5tAiORrkIhHM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.prairiemoon.com%252Fimages%252FD%252FPanicum-virgatum-Switch-grassroot.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.prairiemoon.com%252Fseeds%252Fgrasses-sedges-rushes%252FPanicum-virgatum-switch-grass.html%3B459%3B600>

[2]<https://www.google.gr/search?q=switchgrass&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=WTuUo24KsTxxOevloCYDA&ved=0CAcOAUoAO&biw=1280&bih=699#q=switchgrass+leaves&tbm=isch&facrc=&imgdii=&imgrc=dnZbnvEt50k6jM%253A%3B9KXecSh1O6I4AM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.caes.uga.edu%252Fcommodities%252Ffieldcrops%252Fswitchgrass%252Fimages%252Fcollarregionwebversion.JPG%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.caes.uga.edu%252Fcommodities%252Ffieldcrops%252Fswitchgrass%252FDescription.html%3B1240%3B612>

[3]<https://www.google.gr/search?q=switchgrass&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=WTuUo24KsTxxOevloCYDA&ved=0CAcOAUoAO&biw=1280&bih=699#q=switchgrass+leaves&tbm=isch&facrc=&imgdii=&imgrc=eq0xt9nAimYZvM%253A%3Bg1pRWsT568v8MM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.nessrallas.com%252Fimages%252FShenandoah%252520Switchgrass%252520BHG.com.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.nessrallas.com%252Fgrasses.html%3B360%3B480>

[4]<https://www.google.gr/search?q=switchgrass&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=WTuUo24KsTxxOevloCYDA&ved=0CAcOAUoAO&biw=1280&bih=699#q=switchgrass+seed&tbm=isch&facrc=&imgdii=&imgrc=TzTnfjmBOriqCM%253A%3BRWC1gvOoV6uCYM%3Bhttp%253A%252F%252Fextension.missouri.edu%252Fexplore%252Fimages%252Fipm1023panicumvirgatum.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fextension.missouri.edu%252Fpublications%252FDisplayPrinterFriendlyPub.aspx%253FP%253DIPM1023-36%3B360%3B316>

[5]<https://www.google.gr/search?q=switchgrass&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=WTuUo24KsTxxOevloCYDA&ved=0CAcOAUoAO&biw=1280&bih=699#q=switchgrass+pellets&tbm=isch&facrc=&imgdii=&imgrc=SoP-x17HBqPtIM%253A%3Belt5BiGUDYosoM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.pelletmillequipment.com%252Fuploads%252Fallimg%252Fgrass-pellets-1.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.pelletmillequipment.com%252Fmaterials%252Fswitch-grass-pellet-mill.html%3B300%3B225>



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Α) Ιουλιανές ημέρες

DATE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362
29	29		88	119	149	180	210	241	272	302	333	363
30	30		89	120	150	181	211	242	273	303	334	364
31	31		90		151		212	243		304		365

## B) Μετεωρολογικά δεδομένα 2012

Ημερομηνίες	ΠΑΛΑΜΑΣ 2012			ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ 2012		
	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Βροχόπτωση mm	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Βροχόπτωση mm
3/1/2012	15.28	-0.32	0	8.6	0.6	0.4
3/2/2012	10.86	1.73	0	14.5	-2.7	0
3/3/2012	16.3	-1.18	0	20.3	1.6	0
3/4/2012	23.73	4.44	0	15	4.7	0
3/5/2012	17.59	4.5	0	9.6	4.3	0.6
3/6/2012	9.61	4.66	4.6	10.8	5.7	1.6
3/7/2012	10.78	8.94	9.4	12.2	5.2	0
3/8/2012	12.15	8.63	0	12	7.2	6.2
3/9/2012	10.13	8.09	14.8	9.4	8.1	4.2
3/10/2012	9.51	8.62	13.8	9.1	7.2	0.2
3/11/2012	9.18	7.94	6.4	7.4	3.7	5.6
3/12/2012	7.94	5.03	8.2	6.7	3.5	12.6
3/13/2012	7.46	4.92	18.6	10.1	4.2	0.4
3/14/2012	11.78	4.47	0.8	14.5	0.3	0
3/15/2012	16.69	1.34	0	15	1	0
3/16/2012	17.24	2.48	0	15.5	4.7	0
3/17/2012	16.66	4.21	0	18.2	1.3	0
3/18/2012	20.03	3.78	0	19.2	3.8	0
3/19/2012	22.44	5.12	0	19.6	4	0
3/20/2012	23.76	5.31	0	21.2	5.2	0
3/21/2012	24.94	7.29	0	22.6	5.9	0
3/22/2012	25.23	7.27	0	20.8	7.6	0
3/23/2012	23.63	7.85	0	20.1	4.5	0
3/24/2012	21.71	6.52	0	20.9	4.3	0
3/25/2012	23.86	6.83	0	20.7	5.9	0
3/26/2012	23.13	7.08	0	20.2	5.7	0
3/27/2012	19.79	6.04	0	14.5	6.7	0
3/28/2012	15.79	2.99	0	13.9	3.5	0
3/29/2012	14.11	4.31	0	11.8	2	0
3/30/2012	9.95	5.07	0	9.8	5.8	0
3/31/2012	9.91	5.1	0	8.6	4.1	0
4/1/2012	26.81	5.69	0	24.8	7.3	0
4/2/2012	24.6	5.31	0	17.1	7.7	0
4/3/2012	22.07	6.79	0	19.4	2.7	0
4/4/2012	19.99	7.59	0	20.2	9.8	2.2
4/5/2012	15.27	9.75	6	14.4	8.6	4.6
4/6/2012	23.35	10.59	18	25.6	10.5	0
4/7/2012	20.67	11.63	0.2	26.8	8.6	0
4/8/2012	19.59	7.63	0	23.7	11.3	0.2
4/9/2012	18.03	8.47	0.4	14.8	4	4.4

4/10/2012	19.99	5.67	24.4	13.7	4.5	2.8
4/11/2012	20.75	5.99	4.6	17.1	1.4	0.2
4/12/2012	23.63	5.51	0.2	22.5	5.7	0
4/13/2012	19.67	10.43	0	18.7	6.9	0.6
4/14/2012	24.43	9.84	3	22.1	10.9	1
4/15/2012	25.91	8.15	5.8	20.2	10.5	0
4/16/2012	25.83	8.87	0	22.9	9.4	0
4/17/2012	26.99	8.52	0.4	22.5	13.7	2.2
4/18/2012	26.11	11.95	7	17.1	11.7	4.2
4/19/2012	25.43	10.55	14.8	22.9	6.9	0
4/20/2012	26.99	17.71	0	23.3	10.5	0
4/21/2012	26.31	20.91	1	22.5	10.1	0
4/22/2012	28.19	18.27	0.2	26	7.7	0
4/23/2012	30.31	9.55	0	26.4	7.3	0
4/24/2012	32.31	16.51	0	26.4	12.1	0
4/25/2012	32.83	22.03	0	29.5	12.1	0
4/26/2012	32.63	20.11	0	28	6.9	0
4/27/2012	32.19	18.35	0	28	6.1	0.2
4/28/2012	32.99	17.63	0	22.5	10.9	1
4/29/2012	28.27	20.71	2	28.7	9.4	0.2
4/30/2012	33.15	19.59	0	29.9	9.8	0
5/1/2012	34.07	19.55	0	30.8	9.8	0
5/2/2012	34.31	19.47	0	31.6	9.4	0
5/3/2012	34.99	20.19	0	31.6	10.9	0
5/4/2012	34.39	20.87	0	29.5	11.7	1.8
5/5/2012	34.71	21.23	0.4	31.6	10.9	0.2
5/6/2012	34.63	19.87	0	31.6	11.7	0
5/7/2012	34.87	23.03	0	32.4	10.9	0
5/8/2012	34.71	20.83	0	32	15.2	0
5/9/2012	34.47	6.43	0	27.2	14.4	0
5/10/2012	32.75	17.95	0	28	12.1	1.2
5/11/2012	32.31	18.47	0.8	27.6	15.6	2
5/12/2012	31.27	20.07	4.6	31.2	16	0
5/13/2012	32.87	20.47	0	31.2	12.9	8.2
5/14/2012	33.47	19.39	0	25.2	17.5	8.4
5/15/2012	30.35	24.99	0.8	23.3	10.9	0
5/16/2012	28.75	19.31	3	26.8	12.1	0
5/17/2012	30.55	20.79	0	24.4	10.1	18.2
5/18/2012	26.11	17.67	5.2	15.6	10.5	0
5/19/2012	24.87	19.95	2	25.6	12.5	0
5/20/2012	31.07	19.31	0	27.6	12.5	1
5/21/2012	33.79	19.51	0	23.3	14.4	0.6
5/22/2012	27.95	22.95	0.4	28	12.9	0
5/23/2012	31.47	22.99	0	26.4	11.7	0



5/24/2012	29.47	22.31	1	23.3	14.4	9
5/25/2012	27.51	22.15	6.4	27.2	13.3	0.2
5/26/2012	31.87	21.55	2.2	26.4	15.2	4.4
5/27/2012	31.35	11.95	0.6	23.3	12.5	22.2
5/28/2012	28.19	10.71	5.6	26.8	12.1	0.2
5/29/2012	32.47	22.39	0	24.4	14.1	6.6
5/30/2012	30.35	23.51	8.2	25.6	12.1	0.4
5/31/2012	30.83	19.95	0	29.1	12.5	0
6/1/2012	33.11	9.91	0	29.5	14.1	0
6/2/2012	35.07	12.31	0.4	31.2	13.7	0
6/3/2012	36.79	13.03	0	32	14.4	0
6/4/2012	37.47	10.59	0	33.2	15.6	0
6/5/2012	38.43	23.95	0	32.4	16	0.2
6/6/2012	34.39	25.71	0	31.2	14.4	0
6/7/2012	35.91	23.95	0	31.2	13.3	0
6/8/2012	37.27	23.43	0	31.6	15.6	0
6/9/2012	39.07	24.79	0	35.3	15.2	0
6/10/2012	41.2	24.79	0	34.1	17.5	0
6/11/2012	41.2	25.83	0	35.3	17.5	0
6/12/2012	41.84	26.31	0	37.9	16.8	0
6/13/2012	41.84	24.87	0	40.2	17.9	0
6/14/2012	42.16	25.83	0	36.2	18.3	0
6/15/2012	39.75	28.75	0	32.4	19.4	0
6/16/2012	39.63	23.87	0	32	18.7	0
6/17/2012	37.63	26.15	0	32	19	0
6/18/2012	37.23	25.79	0	33.6	13.3	0
6/19/2012	38.55	22.79	0	33.2	14.8	0
6/20/2012	39.35	22.83	0	34.9	20.6	0
6/21/2012	39.51	25.47	0	35.8	17.1	0
6/22/2012	39.99	25.03	0	37.1	16	0
6/23/2012	40.23	17.27	16	37.1	17.5	0
6/24/2012	41.2	20.51	0.2	37.1	20.2	1
6/25/2012	41.52	26.67	0	35.8	19.4	0.2
6/26/2012	39.83	27.55	0	36.2	19.8	0
6/27/2012	42.16	27.07	0	31.2	23.7	0
6/28/2012	35.51	21.11	0	33.2	18.7	0
6/29/2012	37.79	27.47	0	34.9	15.6	0
6/30/2012	38.75	25.31	0	33.6	17.1	0
7/1/2012	38.39	25.55	0	33.6	18.7	0
7/2/2012	38.11	26.31	0	32	17.5	0
7/3/2012	36.75	26.23	0	33.2	15.6	0
7/4/2012	37.79	23.87	0	36.2	13.7	0
7/5/2012	39.79	23.31	0	37.5	14.8	0
7/6/2012	41.52	24.07	0	37.9	17.5	0

7/7/2012	42.16	25.23	0	37.1	21.7	0
7/8/2012	41.2	25.34	0	38.4	21.3	0
7/9/2012	42.16	19.87	0	38.8	21.3	0
7/10/2012	42.8	19.43	0	38.4	20.6	0
7/11/2012	43.44	24.71	0	39.3	23.3	0
7/12/2012	43.44	23.35	0	41.1	20.2	0
7/13/2012	43.76	19.51	0	37.9	22.9	0
7/14/2012	41.52	22.35	0	37.9	19.8	0
7/15/2012	42.48	27.15	0	39.3	20.2	0
7/16/2012	42.8	27.19	0	42.5	21.3	0
7/17/2012	42.64	9.83	0	32.8	25.2	0
7/18/2012	37.27	21.15	0	32.8	19.8	0
7/19/2012	37.83	18.79	0	34.5	17.9	0
7/20/2012	38.55	18.47	0	36.6	17.1	0
7/21/2012	40.31	12.91	0	38.8	17.5	0
7/22/2012	41.84	12.55	0	36.2	16.8	0
7/23/2012	41.84	13.99	0	34.9	19.4	0
7/24/2012	39.55	14.51	0	34.1	22.1	0
7/25/2012	38.79	17.51	0	36.2	20.6	0
7/26/2012	41.2	12.75	0	37.9	21.3	0
7/27/2012	41.84	11.83	0	36.2	24	0
7/28/2012	40.83	14.23	0	37.5	22.1	0
7/29/2012	41.52	12.27	0	39.7	21.3	0
7/30/2012	42.16	11.11	0	39.3	24	0
7/31/2012	42.48	12.31	0	37.5	22.5	0
8/1/2012	41.2	13.87	0	33.2	21.3	0
8/2/2012	37.39	25.11	1.2	34.5	19	0
8/3/2012	37.79	18.67	0.2	35.8	17.9	0
8/4/2012	40.51	16.99	0	37.5	19	0
8/5/2012	41.84	15.79	0	38.8	20.2	0
8/6/2012	42.48	17.59	0	39.3	19.8	0
8/7/2012	43.12	19.31	0	40.2	20.6	0
8/8/2012	43.44	18.59	0	40.6	21.7	0
8/9/2012	43.76	17.55	0	36.2	23.3	0
8/10/2012	40.27	19.55	0	34.1	22.5	0
8/11/2012	38.27	26.35	4.4	32.4	17.9	1
8/12/2012	35.07	27.39	3.8	31.2	17.1	0.2
8/13/2012	36.91	27.95	0	33.2	17.9	0
8/14/2012	38.87	27.63	0	34.9	17.5	0
8/15/2012	39.51	25.43	0	36.2	20.2	0
8/16/2012	39.95	26.91	0	37.5	18.3	0
8/17/2012	41.52	26.35	0	33.6	19.4	0
8/18/2012	39.39	27.83	0	33.2	17.9	0
8/19/2012	38.19	25.63	0	32.8	17.9	0

8/20/2012	37.11	25.95	0	31.2	18.3	0
8/21/2012	37.43	28.15	0	32.8	17.1	0
8/22/2012	38.99	29.11	0	37.1	16.8	0
8/23/2012	41.52	24.79	0	39.7	18.3	0
8/24/2012	42.8	24.95	0	38.8	18.7	0
8/25/2012	42.8	25.75	0	39.7	18.7	0
8/26/2012	42.8	26.23	0	39.3	19	0
8/27/2012	43.12	26.11	0	37.9	18.7	0
8/28/2012	42.48	25.39	0	30.8	16	0
8/29/2012	36.95	26.27	0	32.8	15.2	0
8/30/2012	37.91	21.79	0	32.8	14.4	0
8/31/2012	38.07	23.31	0	32.4	14.1	0
9/1/2012	38.19	23.23	0	32.4	14.8	0
9/2/2012	37.67	22.59	0	29.9	14.4	0
9/3/2012	36.27	22.23	0	31.2	14.1	0
9/4/2012	36.75	21.59	0	33.6	13.7	0
9/5/2012	38.67	23.15	0	32.8	15.6	0
9/6/2012	38.87	23.79	0	34.1	15.2	0
9/7/2012	39.83	23.83	0	32.8	20.6	0
9/8/2012	38.39	28.59	0	29.9	17.5	0
9/9/2012	35.87	25.35	0	33.2	14.4	0
9/10/2012	37.63	23.55	0	28.7	15.6	0
9/11/2012	35.31	23.63	0	28.3	14.1	0
9/12/2012	34.87	21.47	0	29.1	14.1	0
9/13/2012	35.75	28.43	0	30.8	14.8	0
9/14/2012	37.99	29.71	0	26	18.7	17.8
9/15/2012	29.95	27.07	31.6	21	17.9	21.8
9/16/2012	28.11	25.43	35.6	25.6	16.4	1.2
9/17/2012	31.83	28.83	2.8	26.4	16.8	0
9/18/2012	32.51	27.67	1.4	27.6	16	2.4
9/19/2012	27.68	19.07	0	28	16.4	0
9/20/2012	29.24	17.73	0	29.9	16	0
9/21/2012	30.13	17.03	1.6	25.2	13.3	0
9/22/2012	26.8	14.04	0.2	26.4	9	0
9/23/2012	27.31	10.61	0	28.7	10.5	0
9/24/2012	27.25	11.55	0	30.8	12.9	0
9/25/2012	30.88	14.15	0	34.5	13.7	0
9/26/2012	35.51	15.44	0	34.9	15.6	0
9/27/2012	35.44	17.61	0	33.2	16	0
9/28/2012	34.46	16.95	0	33.2	15.2	0
9/29/2012	34.42	16.69	0	34.1	15.2	0
9/30/2012	34.51	16.28	0	32.4	14.1	0
10/1/2012	34.29	15.16	0	32.8	14.4	0
10/2/2012	33.82	14.07	0	32.3	14.2	0

<b>10/3/2012</b>	33.07	13.75	0	31.4	16	0
<b>10/4/2012</b>	32.34	16.58	0	29.4	17.4	0
<b>10/5/2012</b>	29.62	17.84	0	29.6	14.4	0
<b>10/6/2012</b>	29.92	14.33	0	29.7	13.2	0
<b>10/7/2012</b>	29.63	13.32	0	30.7	12.8	0
<b>10/8/2012</b>	30.59	12.15	0	28	15.4	0
<b>10/9/2012</b>	30.47	17.01	0	21.3	15.9	0.2
<b>10/10/2012</b>	23.39	16.79	0	23.3	16.1	1.4
<b>10/11/2012</b>	23.87	17.43	0	25	16.5	0.8
<b>10/12/2012</b>	26.41	17.94	0	27.2	14.2	0
<b>10/13/2012</b>	28.21	13.63	0	30	16.7	0
<b>10/14/2012</b>	29.14	18.23	0.6	30.1	18.7	0.2
<b>10/15/2012</b>	25.64	17.82	5	22.6	13.7	1



## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΑΛΑΜΑ

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:12:46  
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

---

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

---

```
1 %CD 'C:/Documents and Settings/Kyriakos G/My Documents'
2 "Data taken from File: E:/SWITCGRASS/PALAMAS STATISTIC.xls"
3 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_
4 READ [print=*,SETNVALUES=yes] _stitle_
8 PRINT [IPrint=*, Just=Left
```

Data imported from Excel file: E:\SWITCGRASS\PALAMAS STATISTIC.xls  
on: 24-Jan-2014 11:13:14  
taken from sheet "'5-7-2012'", cells A2:G33

```
9 DELETE [redefine=yes] BLOCKS,IRRIGATION,FERTILIZATION,LAI,SLA,FW_LEAVES,\
10 DW_LEAVES
11 UNITS [NVALUES=*]
12 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] BLOCKS
13 READ BLOCKS; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
BLOCKS	32	0	4

```
15 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION
16 READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
IRRIGATION	32	0	2

```
18 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] FERTILIZATION
19 READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
FERTILIZATION	32	0	4

```
21 VARIATE [nvalues=32] LAI
22 READ LAI
```

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
LAI	1.528	4.081	5.722	32	0

```
31 VARIATE [nvalues=32] SLA
32 READ SLA
```

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
SLA	8.031	11.15	14.99	32	0

```
41 VARIATE [nvalues=32] FW_LEAVES
42 READ FW_LEAVES
```

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_LEAVES	0.3319	0.9866	1.345	32	0

```
51 VARIATE [nvalues=32] DW_LEAVES
52 READ DW_LEAVES
```

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_LEAVES	0.1486	0.3698	0.5410	32	0

```
61
62 "Split-Plot Design."
63 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
64 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
65 COVARIATE "No Covariate"
```

```
66 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
```



67 LSDLEVEL=5] DW\_LEAVES

67.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.023183	0.007728	1.79	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.013462	0.013462	3.12	0.175
Residual	3	0.012941	0.004314	0.48	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.086836	0.028945	3.25	0.046
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.011829	0.003943	0.44	0.725
Residual	18	0.160308	0.008906		
Total	31	0.308559			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.370

IRRIGATION	1	2			
	0.349	0.390			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	0.328	0.309	0.428	0.415	
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4	
1		0.307	0.315	0.410	0.366
2		0.349	0.303	0.446	0.463

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0164	0.0334	0.0440
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0472
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0232	0.0472	0.0623
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0667
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0739	0.0991	0.1295
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1402
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0311	8.4
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0328	8.9
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.0944	25.5

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES

```

73.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.30959	0.10320	3.69	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.09754	0.09754	3.49	0.159
Residual	3	0.08395	0.02798	0.50	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.63876	0.21292	3.77	0.029
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.03720	0.01240	0.22	0.882
Residual	18	1.01636	0.05646		
Total	31	2.18341			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1 IRRIGATION 1 FERTILIZATION 1 -0.363 s.e. 0.178

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.987

IRRIGATION	1	2			
	0.931	1.042			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	0.860	0.832	1.114	1.141	
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4	
1		0.795	0.820	1.075	1.036
2		0.925	0.845	1.152	1.245

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0418	0.0840	0.1111
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1188
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0591	0.1188	0.1571
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			0.1680
IRRIGATION			d.f.
			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.1882	0.2496	0.3267
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			0.3530
IRRIGATION			d.f.
			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.1136	11.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0836	8.5
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.2376	24.1

```

74 "Split-Plot Design."
75 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
76 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
77 COVARIATE "No Covariate"
78 ANOVA [PRINT=acovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
79 LSDLEVEL=5] LAI

```

79.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	10.0066	3.3355	4.95	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.3251	0.3251	0.48	0.537
Residual	3	2.0215	0.6738	0.67	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	9.0514	3.0171	3.02	0.057
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	1.1171	0.3724	0.37	0.774
Residual	18	17.9928	0.9996		
Total	31	40.5143			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	-1.77	s.e. 0.75
BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	1.60	s.e. 0.75
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-1.54	s.e. 0.75

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 4.08

IRRIGATION	1	2		
	3.98	4.18		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	3.58	3.54	4.48	4.73
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		3.64	3.48	4.48
2		3.52	3.59	4.47
				5.15

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.205	0.353	0.479
d.f.	3	18	20.72
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.500
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.290	0.500	0.678
d.f.	3	18	20.72
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.707
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.924	1.050	1.410
d.f.	3	18	20.72
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.485
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.646	15.8
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.410	10.1
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.000	24.5

```

80 "Split-Plot Design."
81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=acovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] SLA

```

85.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	41.050	13.683	15.64	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					

IRRIGATION	1	1.147	1.147	1.31	0.335
Residual	3	2.624	0.875	0.37	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	6.010	2.003	0.85	0.483
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	6.754	2.251	0.96	0.434
Residual	18	42.299	2.350		
Total	31	99.885			

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 11.15

IRRIGATION	1	2
	11.33	10.96

FERTILIZATION	1	2	3	4
	10.95	11.48	10.53	11.62

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1	11.62	10.92	10.95	11.84
2	10.29	12.04	10.11	11.39

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.234	0.542	0.704
d.f.	3	18	20.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.766
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.331	0.766	0.995
d.f.	3	18	20.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.084
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.052	1.610	2.071
d.f.	3	18	20.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			2.277
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	1.308	11.7
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.468	4.2
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.533	13.8

---

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

---

## \*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.028313	0.009438	1.65	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.005174	0.005174	0.90	0.412
Residual	3	0.017200	0.005733	1.44	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.103871	0.034624	8.70	<.001
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.026204	0.008735	2.19	0.124
Residual	18	0.071656	0.003981		
Total	31	0.252417			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	-0.102	s.e. 0.047
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	0.117	s.e. 0.047
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-0.111	s.e. 0.047

## \*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.393

IRRIGATION	1	2
	0.381	0.406

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.312	0.368	0.436	0.456

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.290	0.362	0.385	0.485
2		0.335	0.374	0.487	0.428

## \*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0189	0.0223	0.0332
d.f.	3	18	16.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0315
d.f.			18

## \*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0268	0.0315	0.0470
d.f.	3	18	16.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0446
d.f.			18



\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION FERTILIZATION		IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0852	0.0663	0.0994
d.f.	3	18	16.55

Except when comparing means with the same level(s) of IRRIGATION 0.0937  
d.f. 18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0343	8.7
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0379	9.6
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.0631	16.0

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] DW_LEAVES

```

73.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.028313	0.009438	1.65	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.005174	0.005174	0.90	0.412
Residual	3	0.017200	0.005733	1.44	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.103871	0.034624	8.70	<.001
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.026204	0.008735	2.19	0.124
Residual	18	0.071656	0.003981		
Total	31	0.252417			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	-0.102	s.e. 0.047
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	0.117	s.e. 0.047
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-0.111	s.e. 0.047

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.393

IRRIGATION	1	2		
	0.381	0.406		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.312	0.368	0.436	0.456
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4

1	0.290	0.362	0.385	0.485
2	0.335	0.374	0.487	0.428

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0189	0.0223	0.0332
d.f.	3	18	16.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0315
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0268	0.0315	0.0470
d.f.	3	18	16.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0446
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0852	0.0663	0.0994
d.f.	3	18	16.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0937
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0343	8.7
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0379	9.6
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.0631	16.0

```

74 "Split-Plot Design."
75 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
76 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
77 COVARIATE "No Covariate"
78 ANOVA {PRINT=acovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
79 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES
79.....

```

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.24398	0.08133	1.49	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.02466	0.02466	0.45	0.550
Residual	3	0.16391	0.05464	1.36	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.13184	0.37728	9.41	<.001
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.26000	0.08667	2.16	0.128
Residual	18	0.72196	0.04011		
Total	31	2.54636			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	0.342	s.e. 0.150
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-0.388	s.e. 0.150

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 1.057

IRRIGATION	1	2
	1.029	1.085

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.801	0.957	1.206	1.266

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.738	0.959	1.057	1.364
2		0.864	0.954	1.354	1.168

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0584	0.0708	0.1046
d.f.	3	18	17.01
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1001
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0826	0.1001	0.1479
d.f.	3	18	17.01
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1416
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.2630	0.2104	0.3120
d.f.	3	18	17.01
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.2975
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.1008	9.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.1169	11.1
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.2003	18.9

```

80 "Split-Plot Design."
81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] LAI

```

85.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	10.739	3.580	2.82	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.010	1.010	0.80	0.438
Residual	3	3.804	1.268	1.23	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	26.917	8.972	8.70	<.001
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	6.399	2.133	2.07	0.140
Residual	18	18.555	1.031		
Total	31	67.424			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	1.70	s.e. 0.76
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-1.81	s.e. 0.76

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 5.13

IRRIGATION	1	2			
	4.95	5.30			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	3.85	4.66	5.96	6.03	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		3.54	4.80	5.12	6.34
2		4.17	4.52	6.81	5.73

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.282	0.359	0.522
d.f.	3	18	17.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.508
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.398	0.508	0.738
d.f.	3	18	17.82
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.718
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.267	1.067	1.552
d.f.	3	18	17.82

```

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION                                1.508
d.f.                                       18

**** Stratum standard errors and coefficients of variation ****

Variate: LAI

Stratum          d.f.          s.e.          cv%
BLOCKS           3           0.669          13.0
BLOCKS.IRRIGATION 3           0.563          11.0
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION
                  18          1.015          19.8

86 "Split-Plot Design."
87 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
88 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
89 COVARIATE "No Covariate"
90 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
91 LSDLEVEL=5] SLA

91.....

**** Analysis of variance ****

Variate: SLA

Source of variation  d.f.      s.s.      m.s.      v.r.  F pr.
BLOCKS stratum      3       7.8336    2.6112    6.98
BLOCKS.IRRIGATION stratum
IRRIGATION          1       0.2782    0.2782    0.74  0.452
Residual            3       1.1229    0.3743    0.44
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum
FERTILIZATION       3      11.6712    3.8904    4.60  0.015
IRRIGATION.FERTILIZATION
                   3       3.5129    1.1710    1.38  0.280
Residual            18      15.2335    0.8463
Total               31      39.6522

* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2      IRRIGATION 2      FERTILIZATION 2      1.50  s.e. 0.69

**** Tables of means ****

Variate: SLA

Grand mean 12.85

IRRIGATION      1      2
                12.76  12.94

FERTILIZATION   1      2      3      4
                12.08  12.50  13.64  13.19

IRRIGATION FERTILIZATION      1      2      3      4
1          11.70  12.94  13.28  13.11
2          12.45  12.05  13.99  13.28

*** Standard errors of means ***

Table          IRRIGATION FERTILIZATION IRRIGATION
                FERTILIZATION
rep.            16          8          4
e.s.e.          0.153      0.325      0.427
d.f.            3         18         20.96
Except when comparing means with the same level(s) of

```

IRRIGATION	0.460
d.f.	18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.216	0.460	0.603
d.f.	3	18	20.96

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 0.651  
d.f. 18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.688	0.966	1.255
d.f.	3	18	20.96

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 1.367  
d.f. 18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.571	4.4
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.306	2.4
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.920	7.2

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:22:58  
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

---

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

---

67.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.00491	0.00164	2.44	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.00647	0.00647	9.65	0.053
Residual	3	0.00201	0.00067	0.07	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.10904	0.03635	3.58	0.034
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.04670	0.01557	1.53	0.240
Residual	18	0.18263	0.01015		
Total	31	0.35176			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.



BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	-0.181	s.e. 0.076
BLOCKS 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-0.162	s.e. 0.076

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.407

IRRIGATION	1	2		
	0.393	0.422		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.320	0.422	0.483	0.404
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.336	0.414	0.405
2		0.304	0.429	0.562
				0.418
				0.391

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.	0.0065	0.0356	0.0441
d.f.	3	18	18.75
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0504
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0092	0.0504	0.0624
d.f.	3	18	18.75
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0712
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0291	0.1058	0.1306
d.f.	3	18	18.75
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1496
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0143	3.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0129	3.2
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1007	24.7

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES
73.....

```

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.00547	0.00182	0.06	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.00665	0.00665	0.21	0.675
Residual	3	0.09311	0.03104	0.39	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.17369	0.39123	4.92	0.011
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.53493	0.17831	2.24	0.118
Residual	18	1.43049	0.07947		
Total	31	3.24433			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	-0.433	s.e. 0.211
BLOCKS 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-0.442	s.e. 0.211

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.958

IRRIGATION	1	2
	0.943	0.972

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.654	0.984	1.184	1.007

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.800	0.944	0.977
2		0.509	1.025	1.392
				1.052
				0.963

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0440	0.0997	0.1298
d.f.	3	18	20.87
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1410
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0623	0.1410	0.1835
d.f.	3	18	20.87
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1993
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.1982	0.2961	0.3818
d.f.	3	18	20.87
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.4188
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0151	1.6
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0881	9.2
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.2819	29.4

```

74 "Split-Plot Design."
75 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
76 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
77 COVARIATE "No Covariate"
78 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
79 LSDLEVEL=5} LAI

```

79.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.261	0.087	0.19	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.286	1.286	2.76	0.196
Residual	3	1.400	0.467	0.29	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	15.258	5.086	3.13	0.051
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	7.763	2.588	1.59	0.226
Residual	18	29.228	1.624		
Total	31	55.196			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	-2.17	s.e. 0.96
BLOCKS 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-2.03	s.e. 0.96

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 4.50

IRRIGATION	1	2			
	4.29	4.70			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	3.57	4.32	5.50	4.59	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		3.73	4.33	4.45	4.66
2		3.40	4.31	6.55	4.52

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
			FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.171	0.451	0.578
d.f.	3	18	20.49
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.637
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.242	0.637	0.817
d.f.	3	18	20.49
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.901
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.769	1.339	1.701
d.f.	3	18	20.49
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.893
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.104	2.3
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.342	7.6
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.274	28.3

```

80 "Split-Plot Design."
81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] SLA

```

85.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.812	0.271	0.57	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.536	0.536	1.13	0.366
Residual	3	1.421	0.474	0.41	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	5.831	1.944	1.68	0.207
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.838	0.279	0.24	0.867
Residual	18	20.856	1.159		
Total	31	30.294			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	1.82	s.e. 0.81
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	1.66	s.e. 0.81
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	-1.68	s.e. 0.81

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 10.98

IRRIGATION	1	2
	10.86	11.11

FERTILIZATION	1	2	3	4
	11.03	10.28	11.24	11.39

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		10.86	10.41	10.92	11.24
2		11.20	10.15	11.57	11.54

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.172	0.381	0.497
d.f.	3	18	20.91
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.538
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.243	0.538	0.703
d.f.	3	18	20.91
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.761
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.774	1.131	1.462
d.f.	3	18	20.91
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.599
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.184	1.7
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.344	3.1
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.076	9.8

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:24:51  
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

67.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.012203	0.004068	6.57	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.011494	0.011494	18.57	0.023
Residual	3	0.001857	0.000619	0.11	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.028187	0.009396	1.71	0.200
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.008815	0.002938	0.54	0.664
Residual	18	0.098817	0.005490		
Total	31	0.161373			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-0.124	s.e. 0.056
BLOCKS 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-0.113	s.e. 0.056

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.236

IRRIGATION	1	2
	0.217	0.255

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.204	0.217	0.282	0.242

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1	0.190	0.203	0.236	0.241
2	0.218	0.232	0.328	0.243

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0062	0.0262	0.0327
d.f.	3	18	19.22
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0370
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0088	0.0370	0.0462
d.f.	3	18	19.22
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0524
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0280	0.0778	0.0967
d.f.	3	18	19.22
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1101
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0225	9.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0124	5.3
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.0741	31.4

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES

```

73.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.04497	0.01499	3.22	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.02551	0.02551	5.48	0.101
Residual	3	0.01396	0.00465	0.15	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.15096	0.05032	1.64	0.215
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.06006	0.02002	0.65	0.591
Residual	18	0.55137	0.03063		
Total	31	0.84682			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2 IRRIGATION 2 FERTILIZATION 1 -0.285 s.e. 0.131

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.532

IRRIGATION	1	2
	0.504	0.560

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.450	0.489	0.630	0.558

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.410	0.494	0.536
2		0.490	0.484	0.724

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0171	0.0619	0.0777
d.f.	3	18	19.57
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0875
d.f.			18



\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0241	0.0875	0.1099
d.f.	3	18	19.57
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1238
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0767	0.1839	0.2295
d.f.	3	18	19.57
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.2600
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0433	8.1
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0341	6.4
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1750	32.9

74 "Split-Plot Design."

75 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION

76 TREATMENTS IRRIGATION\*FERTILIZATION

77 COVARIATE "No Covariate"

78 ANOVA {PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;

PSE=diff,lsd,means;\

79 LSDLEVEL=5} LAI

79.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	1.607	0.536	58.44	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.008	1.008	109.94	0.002
Residual	3	0.027	0.009	0.01	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	6.386	2.129	2.10	0.136
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1.965	0.655	0.65	0.595
Residual	18	18.236	1.013		
Total	31	29.229			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-1.61	s.e. 0.75
BLOCKS 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-1.62	s.e. 0.75

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 2.95

IRRIGATION		1	2		
		2.78	3.13		
FERTILIZATION		1	2	3	4
		2.45	2.64	3.60	3.12
IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		2.40	2.64	2.99	3.08
2		2.50	2.65	4.21	3.17

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
			FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.024	0.356	0.436
d.f.	3	18	18.11
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.503
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
			FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.034	0.503	0.617
d.f.	3	18	18.11
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.712
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
			FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.108	1.057	1.296
d.f.	3	18	18.11
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.495
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.259	8.8
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.048	1.6
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.007	34.1

```
80 "Split-Plot Design."
81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] SLA
```

85.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	11.581	3.860	2.63	

BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.983	1.983	1.35	0.329
Residual	3	4.411	1.470	1.19	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	5.131	1.710	1.38	0.280
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	4.615	1.538	1.24	0.323
Residual	18	22.279	1.238		
Total	31	50.002			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	2.17	s.e. 0.83
BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-1.74	s.e. 0.83

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 12.43

IRRIGATION	1	2
	12.68	12.18

FERTILIZATION	1	2	3	4
	12.08	11.98	12.79	12.87

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1	12.72	12.60	12.71	12.68
2	11.44	11.37	12.86	13.05

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.303	0.393	0.569
d.f.	3	18	18.07
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.556
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.429	0.556	0.805
d.f.	3	18	18.07
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.787
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.364	1.169	1.691
d.f.	3	18	18.07
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.653
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.695	5.6

BLOCKS.IRRIGATION	3	0.606	4.9
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.113	9.0

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:28:17  
 Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

---

GenStat Seventh Edition  
 GenStat Procedure Library Release PL15

---

67.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.00657	0.00219	3.77	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.01473	0.01473	25.35	0.015
Residual	3	0.00174	0.00058	0.04	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.03729	0.01243	0.78	0.520
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.01534	0.00511	0.32	0.810
Residual	18	0.28630	0.01591		
Total	31	0.36197			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	0.225	s.e. 0.095
----------	--------------	-----------------	-------	------------

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.175

IRRIGATION	1	2		
	0.153	0.196		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.139	0.148	0.225	0.187
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.104	0.159	0.209
2		0.174	0.137	0.240

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0060	0.0446	0.0549
d.f.	3	18	18.42
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0631
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0085	0.0631	0.0777
d.f.	3	18	18.42

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 0.0892  
d.f. 18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0271	0.1325	0.1630
d.f.	3	18	18.42

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 0.1874  
d.f. 18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0165	9.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0121	6.9
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1261	49.5

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=acvtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES

```

73.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.06311	0.02104	7.50	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.11962	0.11962	42.65	0.007
Residual	3	0.00841	0.00280	0.03	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.20674	0.06891	0.70	0.562
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.13076	0.04359	0.44	0.724
Residual	18	1.76422	0.09801		
Total	31	2.29287			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	0.561	s.e. 0.235
----------	--------------	-----------------	-------	------------

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.436

IRRIGATION	1	2
	0.375	0.497

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.343	0.372	0.536	0.492
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.251	0.394	0.508
2		0.436	0.350	0.563
			0.508	0.345
			0.563	0.639

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
e.s.e.	0.0132	0.1107	0.1362	
d.f.	3	18	18.34	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.1565	
d.f.			18	

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
s.e.d.	0.0187	0.1565	0.1926	
d.f.	3	18	18.34	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.2214	
d.f.			18	

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
l.s.d.	0.0596	0.3289	0.4042	
d.f.	3	18	18.34	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.4651	
d.f.			18	

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0513	11.8
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0265	6.1
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.3131	45.3

```

74 "Split-Plot Design."
75 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
76 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
77 COVARIATE "No Covariate"
78 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
79 LSDLEVEL=5] LAI

```

79.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	2.246	0.749	9.88	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	4.811	4.811	63.52	0.004
Residual	3	0.227	0.076	0.03	



BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	3.233	1.078	0.48	0.699
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	2.863	0.954	0.43	0.737
Residual	18	40.298	2.239		
Total	31	53.678			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	2.60	s.e. 1.12
----------	--------------	-----------------	------	-----------

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 2.03

IRRIGATION	1	2
	1.65	2.42

FERTILIZATION	1	2	3	4
	1.62	1.86	2.43	2.23

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		1.13	1.80	2.25
2		2.10	1.91	2.61
				3.06

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.069	0.529	0.652
d.f.	3	18	18.39
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.748
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.097	0.748	0.921
d.f.	3	18	18.39
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.058
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.310	1.572	1.933
d.f.	3	18	18.39
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			2.223
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.306	15.0
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.138	6.8
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.496	47.2

80 "Split-Plot Design."

```

81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] SLA

```

85.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	17.318	5.773	2.70	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	12.492	12.492	5.85	0.094
Residual	3	6.408	2.136	0.68	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	9.278	3.093	0.98	0.424
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	7.830	2.610	0.83	0.496
Residual	18	56.845	3.158		
Total	31	110.170			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	3.61	s.e. 1.33
BLOCKS 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-2.89	s.e. 1.33

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 11.60

IRRIGATION	1	2			
	10.97	12.22			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	11.36	12.45	10.99	11.59	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		11.13	11.40	10.95	10.42
2		11.60	13.50	11.02	12.77

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.365	0.628	0.852
d.f.	3	18	20.71
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.889
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.517	0.889	1.205
d.f.	3	18	20.71
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.257
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
		FERTILIZATION	
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.644	1.867	2.507
d.f.	3	18	20.71
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			2.640
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.849	7.3
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.731	6.3
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.777	15.3

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:35:59  
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

---

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

---

65.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.016600	0.005533	6.08	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.001944	0.001944	2.14	0.240
Residual	3	0.002731	0.000910	0.39	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.002587	0.000862	0.37	0.776
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.001582	0.000527	0.23	0.877
Residual	18	0.042033	0.002335		
Total	31	0.067477			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	0.0725	s.e. 0.0362
BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	0.0838	s.e. 0.0362
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	-0.0726	s.e. 0.0362

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW LEAVES

Grand mean 0.2755

IRRIGATION	1	2
	0.2677	0.2833

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.2683	0.2714	0.2712	0.2909

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4	
1		0.2570	0.2758	0.2588	0.2790
2		0.2796	0.2671	0.2836	0.3028

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.00754	0.01709	0.02224
d.f.	3	18	20.87
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.02416
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
-------	------------	---------------	-----------------------------

rep. 16 8 4  
s.e.d. 0.01067 0.02416 0.03146  
d.f. 3 18 20.87  
Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 0.03417  
d.f. 18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table IRRIGATION FERTILIZATION IRRIGATION  
FERTILIZATION  
rep. 16 8 4  
l.s.d. 0.03395 0.05076 0.06544  
d.f. 3 18 20.87  
Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 0.07179  
d.f. 18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.02630	9.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.01509	5.5
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.04832	17.5

66 "Split-Plot Design."  
67 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION  
68 TREATMENTS IRRIGATION\*FERTILIZATION  
69 COVARIATE "No Covariate"  
70 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;  
PSE=diff,lsd,means;\n  
71 LSDLEVEL=5] FW\_LEAVES

71.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.05849	0.01950	0.70	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.00420	0.00420	0.15	0.724
Residual	3	0.08362	0.02787	1.43	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.02037	0.00679	0.35	0.791
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.02107	0.00702	0.36	0.783
Residual	18	0.35131	0.01952		
Total	31	0.53906			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	-0.246	s.e. 0.105
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	0.211	s.e. 0.105
BLOCKS 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	0.215	s.e. 0.105

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.691

IRRIGATION	1	2
	0.679	0.702

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.713	0.696	0.648	0.705
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.682	0.687	0.613
2		0.744	0.705	0.684
			0.684	0.676

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
e.s.e.	0.0417	0.0494	0.0735	
d.f.	3	18	16.62	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.0699	
d.f.			18	

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
s.e.d.	0.0590	0.0699	0.1039	
d.f.	3	18	16.62	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.0988	
d.f.			18	

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
l.s.d.	0.1878	0.1468	0.2197	
d.f.	3	18	16.62	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.2075	
d.f.			18	

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0494	7.1
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0835	12.1
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1397	20.2

```

72  "Split-Plot Design."
73  BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
74  TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
75  COVARIATE "No Covariate"
76  ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
77  LSDLEVEL=5] LAI

```

77.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	6.4973	2.1658	20.88	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.9359	0.9359	9.02	0.057
Residual	3	0.3111	0.1037	0.27	



BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.8290	0.2763	0.71	0.560
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.4461	0.1487	0.38	0.768
Residual	18	7.0245	0.3902		
Total	31	16.0439			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	0.94	s.e. 0.47
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	1.02	s.e. 0.47

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 3.26

IRRIGATION	1	2			
	3.09	3.44			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	3.27	3.02	3.29	3.48	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		3.13	2.89	3.25	3.11
2		3.40	3.16	3.34	3.84

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
e.s.e.	0.081	0.221	0.282	
d.f.	3	18	20.37	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.312	
d.f.			18	

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
s.e.d.	0.114	0.312	0.399	
d.f.	3	18	20.37	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.442	
d.f.			18	

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
l.s.d.	0.362	0.656	0.832	
d.f.	3	18	20.37	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.928	
d.f.			18	

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.520	15.9
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.161	4.9
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.625	19.1

```

78 "Split-Plot Design."
79 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
80 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
81 COVARIATE "No Covariate"
82 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
83 LSDLEVEL=5] SLA

```

83.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	42.761	14.254	3.11	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.281	1.281	0.28	0.634
Residual	3	13.764	4.588	1.29	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	3.455	1.152	0.32	0.808
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	7.254	2.418	0.68	0.576
Residual	18	63.995	3.555		
Total	31	132.510			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-3.31	s.e. 1.41
BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	2.93	s.e. 1.41
BLOCKS 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	3.16	s.e. 1.41

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 11.93

IRRIGATION	1	2		
	11.73	12.13		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	12.21	11.42	12.23	11.87
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		12.32	10.72	12.64
2		12.11	12.11	11.81
				12.50

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.535	0.667	0.976
d.f.	3	18	17.45
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.943
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.757	0.943	1.381
d.f.	3	18	17.45
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.333
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION FERTILIZATION		IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	2.410	1.981	2.908
d.f.	3	18	17.45
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			2.801
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	1.335	11.2
BLOCKS.IRRIGATION	3	1.071	9.0
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.886	15.8

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:37:56  
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

66.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.009844	0.003281	1.97	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.022354	0.022354	13.39	0.035
Residual	3	0.005008	0.001669	0.43	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.004663	0.001554	0.40	0.756
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.001522	0.000507	0.13	0.941
Residual	18	0.070235	0.003902		
Total	31	0.113626			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-0.101	s.e. 0.047
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	0.133	s.e. 0.047

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.554

IRRIGATION	1	2
------------	---	---

		0.528	0.581		
FERTILIZATION		1	2	3	4
		0.572	0.551	0.539	0.556
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		0.550	0.534	0.507	0.521
2		0.595	0.568	0.570	0.590

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
e.s.e.	0.0102	0.0221	0.0289	
d.f.	3	18	20.94	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.0312	
d.f.			18	

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
s.e.d.	0.0144	0.0312	0.0409	
d.f.	3	18	20.94	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.0442	
d.f.			18	

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
l.s.d.	0.0460	0.0656	0.0850	
d.f.	3	18	20.94	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.0928	
d.f.			18	

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0203	3.7
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0204	3.7
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.0625	11.3

```

67  "Split-Plot Design."
68  BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
69  TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
70  COVARIATE "No Covariate"
71  ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
72  LSDLEVEL=5] LAI

```

72.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.3384	0.1128	0.80	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.0838	0.0838	0.60	0.496
Residual	3	0.4216	0.1405	1.12	

BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.0912	0.0304	0.24	0.866
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.0919	0.0306	0.24	0.865
Residual	18	2.2620	0.1257		
Total	31	3.2890			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	0.674	s.e. 0.266
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	0.668	s.e. 0.266

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 2.456

IRRIGATION	1	2
	2.405	2.507

FERTILIZATION	1	2	3	4
	2.413	2.393	2.512	2.506

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		2.400	2.409	2.416
2		2.427	2.377	2.609
				2.395
				2.616

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0937	0.1253	0.1798
d.f.	3	18	18.50
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1772
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.1325	0.1772	0.2543
d.f.	3	18	18.50
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.2507
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.4218	0.3724	0.5333
d.f.	3	18	18.50
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.5266
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.1187	4.8
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.1874	7.6
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.3545	14.4

```

73 "Split-Plot Design."
74 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
75 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
76 COVARIATE "No Covariate"
77 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
78 LSDLEVEL=5] SLA

```

78.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	7.439	2.480	13.30	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	5.554	5.554	29.78	0.012
Residual	3	0.560	0.187	0.15	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	4.628	1.543	1.24	0.326
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.019	0.006	0.01	0.999
Residual	18	22.471	1.248		
Total	31	40.672			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	-2.35	s.e. 0.84
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	2.54	s.e. 0.84
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-2.14	s.e. 0.84

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 10.98

IRRIGATION	1	2			
	11.40	10.56			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	10.63	10.69	11.59	11.02	
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4	
1		11.05	11.13	11.96	11.44
2		10.21	10.24	11.21	10.60

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.108	0.395	0.496
d.f.	3	18	19.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.559
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.153	0.559	0.701
d.f.	3	18	19.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.790



d.f. 18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.486	1.174	1.465
d.f.	3	18	19.55

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 1.660  
d.f. 18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.557	5.1
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.216	2.0
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.117	10.2

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:39:23  
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

---

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

---

67.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.011617	0.003872	0.94	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.075019	0.075019	18.21	0.024
Residual	3	0.012356	0.004119	2.51	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.006922	0.002307	1.40	0.274
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.003166	0.001055	0.64	0.598
Residual	18	0.029594	0.001644		
Total	31	0.138674			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	0.0617	s.e. 0.0304
BLOCKS 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-0.0646	s.e. 0.0304

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.2290

IRRIGATION	1	2
	0.1805	0.2774

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.2480	0.2256	0.2076	0.2347
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.1875	0.1780	0.1744
2		0.3085	0.2732	0.2407
			0.1744	0.1822
			0.2407	0.2672

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
e.s.e.	0.01604	0.01434	0.02378	
d.f.	3	18	11.69	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.02027	
d.f.			18	

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
s.e.d.	0.02269	0.02027	0.03364	
d.f.	3	18	11.69	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.02867	
d.f.			18	

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION	FERTILIZATION
rep.	16	8	4	
l.s.d.	0.07221	0.04259	0.07350	
d.f.	3	18	11.69	
Except when comparing means with the same level(s) of				
IRRIGATION			0.06024	
d.f.			18	

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.02200	9.6
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.03209	14.0
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.04055	17.7

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES

```

73.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.10962	0.03654	0.78	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.69016	0.69016	14.67	0.031
Residual	3	0.14114	0.04705	3.41	

BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.06968	0.02323	1.68	0.207
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.04532	0.01511	1.09	0.377
Residual	18	0.24868	0.01382		
Total	31	1.30459			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-0.177	s.e. 0.088
BLOCKS 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-0.199	s.e. 0.088
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	0.220	s.e. 0.088

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.572

IRRIGATION	1	2		
	0.425	0.719		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.646	0.566	0.516	0.561
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.442	0.440	0.413
2		0.849	0.691	0.619
				0.406
				0.717

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0542	0.0416	0.0744
d.f.	3	18	9.40
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0588
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0767	0.0588	0.1052
d.f.	3	18	9.40
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0831
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.2440	0.1235	0.2364
d.f.	3	18	9.40
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1746
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0676	11.8
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.1085	18.9
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION			

18 0.1175 20.5

```

74 "Split-Plot Design."
75 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
76 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
77 COVARIATE "No Covariate"
78 ANOVA {PRINT=acvtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
79 LSDLEVEL=5] LAI

```

79.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	4.2437	1.4146	0.84	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	27.4650	27.4650	16.35	0.027
Residual	3	5.0391	1.6797	4.84	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.1845	0.3948	1.14	0.360
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1.9323	0.6441	1.86	0.173
Residual	18	6.2450	0.3469		
Total	31	46.1096			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	0.90	s.e. 0.44
BLOCKS 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-1.18	s.e. 0.44
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	1.00	s.e. 0.44

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 2.85

IRRIGATION	1	2		
	1.93	3.78		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	3.14	2.79	2.61	2.87
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		1.80	1.91	1.88
2		4.48	3.67	3.33

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.324	0.208	0.412
d.f.	3	18	7.40
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.295
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.458	0.295	0.583
d.f.	3	18	7.40
Except when comparing means with the same level(s) of			

```

IRRIGATION                                0.416
d.f.                                      18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

```

```

Table          IRRIGATION FERTILIZATION  IRRIGATION
              FERTILIZATION
rep.           16           8           4
l.s.d.         1.458       0.619       1.364
d.f.           3          18          7.40
Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION                                0.875
d.f.                                      18

```

```

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

```

```

Variate: LAI

```

```

Stratum          d.f.          s.e.          cv%
BLOCKS           3           0.420          14.7
BLOCKS.IRRIGATION 3           0.648          22.7
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION
                  18          0.589          20.7

```

```

80 "Split-Plot Design."
81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] SLA

```

```

85.....

```

```

***** Analysis of variance *****

```

```

Variate: SLA

```

```

Source of variation  d.f.      s.s.      m.s.      v.r.  F pr.
BLOCKS stratum       3        7.069     2.356     0.52
BLOCKS.IRRIGATION stratum
IRRIGATION           1      58.264    58.264    12.78  0.037
Residual             3      13.673     4.558     3.73
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum
FERTILIZATION        3        0.522     0.174     0.14  0.933
IRRIGATION.FERTILIZATION
                    3      14.784     4.928     4.04  0.023
Residual            18      21.967     1.220
Total               31     116.279

```

```

* MESSAGE: the following units have large residuals.

```

```

BLOCKS 1    IRRIGATION 1    FERTILIZATION 2          -1.76  s.e. 0.83
BLOCKS 1    IRRIGATION 1    FERTILIZATION 4           1.83  s.e. 0.83
BLOCKS 3    IRRIGATION 1    FERTILIZATION 4          -1.80  s.e. 0.83

```

```

***** Tables of means *****

```

```

Variate: SLA

```

```

Grand mean 12.14

```

```

IRRIGATION      1      2
              10.79  13.48

FERTILIZATION   1      2      3      4
              11.95  12.12  12.30  12.17

IRRIGATION FERTILIZATION      1      2      3      4

```

1	9.68	10.80	10.85	11.82
2	14.22	13.43	13.76	12.53

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.534	0.391	0.717
d.f.	3	18	8.81
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.552
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.755	0.552	1.014
d.f.	3	18	8.81
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.781
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	2.402	1.160	2.301
d.f.	3	18	8.81
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.641
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.543	4.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	1.067	8.8
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.105	9.1

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:40:42  
 Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

---

GenStat Seventh Edition  
 GenStat Procedure Library Release PL15

---

67.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.022509	0.007503	2.17	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.185789	0.185789	53.80	0.005
Residual	3	0.010360	0.003453	1.08	

BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.006510	0.002170	0.68	0.577
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.003507	0.001169	0.37	0.779
Residual	18	0.057596	0.003200		
Total	31	0.286271			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	0.0919	s.e. 0.0424
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-0.0875	s.e. 0.0424
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	0.0860	s.e. 0.0424

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.2288

IRRIGATION	1	2
	0.1526	0.3050

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.2447	0.2090	0.2216	0.2397

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.1530	0.1469	0.1466
2		0.3363	0.2712	0.2965
				0.1637
				0.3158

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.01469	0.02000	0.02856
d.f.	3	18	18.73
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.02828
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.02078	0.02828	0.04039
d.f.	3	18	18.73
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.04000
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.06612	0.05942	0.08462
d.f.	3	18	18.73
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.08403
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.03062	13.4
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.02938	12.8
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION			



18 0.05657 24.7

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=acvtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES

```

73.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.09262	0.03087	1.10	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.44883	1.44883	51.64	0.006
Residual	3	0.08416	0.02805	1.71	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.03159	0.01053	0.64	0.598
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.01606	0.00535	0.33	0.806
Residual	18	0.29527	0.01640		
Total	31	1.96853			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	0.192	s.e. 0.096
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-0.206	s.e. 0.096

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.578

IRRIGATION	1	2			
	0.365	0.791			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	0.612	0.532	0.566	0.602	
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4	
1		0.374	0.356	0.349	0.383
2		0.850	0.709	0.783	0.821

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0419	0.0453	0.0695
d.f.	3	18	15.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0640
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0592	0.0640	0.0983
d.f.	3	18	15.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0906

```

d.f.                                18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

```

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.1885	0.1345	0.2094
d.f.	3	18	15.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1903
d.f.			18

```

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

```

```

Variate: FW_LEAVES

```

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0621	10.7
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0837	14.5
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1281	22.2

```

74  "Split-Plot Design."
75  BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
76  TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
77  COVARIATE "No Covariate"
78  ANOVA      [PRINT=aovtable,information,means,%cv;    FACT=32;    FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
79  LSDLEVEL=5] LAI

```

```

79.....

```

```

***** Analysis of variance *****

```

```

Variate: LAI

```

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	2.9873	0.9958	0.79	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	77.7945	77.7945	61.35	0.004
Residual	3	3.8043	1.2681	1.59	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	2.1858	0.7286	0.91	0.455
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1.2892	0.4297	0.54	0.662
Residual	18	14.3708	0.7984		
Total	31	102.4318			

```

* MESSAGE: the following units have large residuals.

```

BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-1.40	s.e. 0.67
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	1.49	s.e. 0.67

```

***** Tables of means *****

```

```

Variate: LAI

```

```

Grand mean 3.28

```

IRRIGATION	1	2			
	1.72	4.84			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	3.72	3.06	3.09	3.25	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
	1	1.81	1.66	1.66	1.76

2 5.62 4.47 4.53 4.74

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.282	0.316	0.478
d.f.	3	18	15.70
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.447
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.398	0.447	0.677
d.f.	3	18	15.70
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.632
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.267	0.939	1.437
d.f.	3	18	15.70
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.327
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.353	10.8
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.563	17.2
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.894	27.2

```

80 "Split-Plot Design."
81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] SLA

```

85.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	19.046	6.349	1.99	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	155.797	155.797	48.88	0.006
Residual	3	9.562	3.187	0.99	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	7.561	2.520	0.79	0.517
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1.636	0.545	0.17	0.915
Residual	18	57.743	3.208		

Total 31 251.345

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-3.27	s.e. 1.34
BLOCKS 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	3.36	s.e. 1.34

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 13.66

IRRIGATION	1	2
	11.46	15.87

FERTILIZATION	1	2	3	4
	14.25	13.94	13.53	12.95

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		11.85	11.49	11.64	10.84
2		16.64	16.38	15.41	15.06

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
			FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.446	0.633	0.895
d.f.	3	18	19.24

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 0.896  
d.f. 18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
			FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.631	0.896	1.265
d.f.	3	18	19.24

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 1.266  
d.f. 18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION
			FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	2.009	1.881	2.646
d.f.	3	18	19.24

Except when comparing means with the same level(s) of  
IRRIGATION 2.661  
d.f. 18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.891	6.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.893	6.5
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.791	13.1

GenStat Seventh Edition  
GenStat Procedure Library Release PL15

66.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.010297	0.003432	0.20	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.617602	0.617602	36.53	0.009
Residual	3	0.050727	0.016909	3.25	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.016620	0.005540	1.07	0.388
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.008537	0.002846	0.55	0.656
Residual	18	0.093551	0.005197		
Total	31	0.797334			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	0.155	s.e. 0.054
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	-0.126	s.e. 0.054

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.247

IRRIGATION	1	2			
	0.109	0.386			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	0.222	0.227	0.272	0.268	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		0.060	0.110	0.132	0.132
2		0.385	0.344	0.413	0.404

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0325	0.0255	0.0451
d.f.	3	18	9.71
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0360
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0460	0.0360	0.0637
d.f.	3	18	9.71
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0510
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.1463	0.0757	0.1426
d.f.	3	18	9.71
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1071
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0207	8.4
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0650	26.3
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.0721	29.1

```

67 "Split-Plot Design."
68 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
69 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
70 COVARIATE "No Covariate"
71 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
72 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES

```

72.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.05474	0.01825	0.19	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	4.39440	4.39440	45.71	0.007
Residual	3	0.28843	0.09614	3.81	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.07063	0.02354	0.93	0.445
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.02322	0.00774	0.31	0.820
Residual	18	0.45385	0.02521		
Total	31	5.28527			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 4 IRRIGATION 2 FERTILIZATION 1 0.365 s.e. 0.119

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.577

IRRIGATION	1	2
	0.207	0.948

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.523	0.539	0.631	0.616

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.125	0.210	0.265
2		0.921	0.867	0.998
				1.005

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0775	0.0561	0.1036
d.f.	3	18	8.68
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0794
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.1096	0.0794	0.1465
d.f.	3	18	8.68
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1123
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.3489	0.1668	0.3334
d.f.	3	18	8.68
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.2359
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0478	8.3
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.1550	26.9
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1588	27.5

73 "Split-Plot Design."

74 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION

75 TREATMENTS IRRIGATION\*FERTILIZATION

76 COVARIATE "No Covariate"

77 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;

PSE=diff,lsd,means;\

78 LSDLEVEL=5] LAI

78.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	2.325	0.775	0.39	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	156.695	156.695	79.14	0.003
Residual	3	5.940	1.980	1.71	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.514	0.171	0.15	0.929
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	2.147	0.716	0.62	0.611
Residual	18	20.792	1.155		
Total	31	188.412			



\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	2.08	s.e. 0.81
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	2.51	s.e. 0.81

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 2.98

IRRIGATION	1	2
	0.77	5.19

FERTILIZATION	1	2	3	4
	2.98	2.83	3.18	2.94

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.39	0.87	0.88	0.95
2		5.58	4.79	5.48	4.93

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.352	0.380	0.583
d.f.	3	18	15.02
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.537
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.497	0.537	0.825
d.f.	3	18	15.02
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.760
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.583	1.129	1.758
d.f.	3	18	15.02
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.597
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.311	10.4
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.704	23.6
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.075	36.0

```

79 "Split-Plot Design."
80 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
81 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
82 COVARIATE "No Covariate"
83 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
84 LSDLEVEL=5] SLA

```

84.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	31.499	10.500	1.01	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	440.080	440.080	42.16	0.007
Residual	3	31.315	10.438	2.29	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.403	0.134	0.03	0.993
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	22.585	7.528	1.65	0.214
Residual	18	82.186	4.566		
Total	31	608.068			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	3.63	s.e. 1.60
BLOCKS 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	3.35	s.e. 1.60

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 9.88

IRRIGATION	1	2			
	6.17	13.59			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	9.70	9.97	9.98	9.87	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		4.84	5.86	6.79	7.19
2		14.56	14.07	13.18	12.54

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.808	0.755	1.228
d.f.	3	18	12.46
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.068
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	1.142	1.068	1.737
d.f.	3	18	12.46
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.511
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	3.635	2.245	3.769
d.f.	3	18	12.46
Except when comparing means with the same level(s) of			

IRRIGATION	3.174
d.f.	18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	1.146	11.6
BLOCKS.IRRIGATION	3	1.615	16.4
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	2.137	21.6

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 24 January 2014 11:44:01  
 Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

---

GenStat Seventh Edition  
 GenStat Procedure Library Release PL15

---

67.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F	pr.
BLOCKS stratum	3	0.008556	0.002852	2.04		
BLOCKS.IRRIGATION stratum						
IRRIGATION	1	0.012718	0.012718	9.11	0.057	
Residual	3	0.004186	0.001395	0.90		
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum						
FERTILIZATION	3	0.006427	0.002142	1.38	0.281	
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.017491	0.005830	3.76	0.030	
Residual	18	0.027935	0.001552			
Total	31	0.077314				

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	0.0827	s.e. 0.0295
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-0.0905	s.e. 0.0295

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Grand mean 0.1504

IRRIGATION	1	2
	0.1304	0.1703

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.1590	0.1306	0.1441	0.1677

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		0.1654	0.1111	0.1347
2		0.1527	0.1502	0.1536
				0.1106
				0.2248

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.00934	0.01393	0.01945
d.f.	3	18	19.76
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.01970
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.01321	0.01970	0.02750
d.f.	3	18	19.76
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.02786
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.04203	0.04138	0.05741
d.f.	3	18	19.76
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.05852
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: DW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.01888	12.6
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.01868	12.4
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.03939	26.2

```

68 "Split-Plot Design."
69 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
70 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
71 COVARIATE "No Covariate"
72 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
73 LSDLEVEL=5] FW_LEAVES

```

73.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	0.05812	0.01937	0.89	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.09941	0.09941	4.57	0.122
Residual	3	0.06522	0.02174	1.85	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.04961	0.01654	1.41	0.273
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.13749	0.04583	3.90	0.026
Residual	18	0.21152	0.01175		
Total	31	0.62137			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	0.194	s.e. 0.081
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-0.263	s.e. 0.081

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Grand mean 0.446

IRRIGATION	1	2
	0.391	0.502

FERTILIZATION	1	2	3	4
	0.449	0.409	0.419	0.510

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1	0.446	0.353	0.416	0.347
2	0.451	0.464	0.421	0.673

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0369	0.0383	0.0597
d.f.	3	18	14.34
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0542
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0521	0.0542	0.0844
d.f.	3	18	14.34
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0767
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.1659	0.1139	0.1806
d.f.	3	18	14.34
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1610
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: FW\_LEAVES

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.0492	11.0
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.0737	16.5
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1084	24.3

74 "Split-Plot Design."

75 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION

76 TREATMENTS IRRIGATION\*FERTILIZATION

77 COVARIATE "No Covariate"

78 ANOVA [PRINT=acvtable,information,means,%cv;

FACT=32;

FPROB=yes;

PSE=diff,lsd,means;\

79 LSDLEVEL=5] LAI

79.....

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	1.2594	0.4198	1.77	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	8.2438	8.2438	34.85	0.010
Residual	3	0.7097	0.2366	0.51	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.4414	0.4805	1.04	0.401
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	4.0421	1.3474	2.90	0.063
Residual	18	8.3558	0.4642		
Total	31	24.0523			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	1.36	s.e. 0.51
BLOCKS 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-1.55	s.e. 0.51

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Grand mean 2.09

IRRIGATION	1	2			
	1.58	2.60			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	2.09	1.84	2.01	2.42	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		1.80	1.29	1.88	1.36
2		2.38	2.39	2.13	3.49

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.122	0.241	0.319
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.341
d.f.			18

\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.172	0.341	0.451
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.482
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.547	0.716	0.938
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.012
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: LAI

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.229	11.0
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.243	11.6
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.681	32.6

```

80 "Split-Plot Design."
81 BLOCK BLOCKS/IRRIGATION/FERTILIZATION
82 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
83 COVARIATE "No Covariate"
84 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32; FPROB=yes;
PSE=diff,lsd,means;\
85 LSDLEVEL=5] SLA
85.....

```

\*\*\*\*\* Analysis of variance \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
BLOCKS stratum	3	5.479	1.826	5.71	
BLOCKS.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	82.717	82.717	258.50	<.001
Residual	3	0.960	0.320	0.09	
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.356	0.452	0.12	0.945
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	29.144	9.715	2.64	0.081
Residual	18	66.272	3.682		
Total	31	185.929			

\* MESSAGE: the following units have large residuals.

BLOCKS 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	3.72	s.e. 1.44
BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	-3.24	s.e. 1.44
BLOCKS 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	3.33	s.e. 1.44

\*\*\*\*\* Tables of means \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Grand mean 13.70

IRRIGATION	1	2
	12.10	15.31

FERTILIZATION	1	2	3	4
	13.38	13.78	13.95	13.71

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1	10.81	11.63	13.90	12.05
2	15.95	15.92	14.00	15.37

\*\*\* Standard errors of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.141	0.678	0.843
d.f.	3	18	18.96
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.959
d.f.			18



\*\*\* Standard errors of differences of means \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.200	0.959	1.192
d.f.	3	18	18.96
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.357
d.f.			18

\*\*\* Least significant differences of means (5% level) \*\*\*

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.636	2.016	2.495
d.f.	3	18	18.96
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			2.851
d.f.			18

\*\*\*\*\* Stratum standard errors and coefficients of variation \*\*\*\*\*

Variate: SLA

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
BLOCKS	3	0.478	3.5
BLOCKS.IRRIGATION	3	0.283	2.1
BLOCKS.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.919	14.0



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000118530